

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

# **DIPLOMSKI RAD**

**Andrea Zaninović**

Zagreb, 2018.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

# **DIPLOMSKI RAD**

Mentori:

Prof. dr. sc. Biserka Runje, dipl. ing.

Student:

Andrea Zaninović

Zagreb, 2018.

Izjavljujem da sam ovaj rad izradila samostalno koristeći znanja stečena tijekom studija i navedenu literaturu.

Zahvaljujem se mentorici prof. dr. sc. Biserki Runje i asistentici dr. sc. Amaliji Horvatić Novak na smjernicama, savjetima i stručnoj pomoći u pisanju rada.

Također želim se zahvaliti svojim roditeljima Sonji i Anti te dečku Jošku na podršci, razumijevanju i potpori tijekom cijelog studiranja.

Andrea Zaninović



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
**FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE**



Središnje povjerenstvo za završne i diplomske ispite  
Povjerenstvo za diplomske radove studija strojarstva za smjerove:  
proizvodno inženjerstvo, računalno inženjerstvo, industrijsko inženjerstvo i menadžment,  
inženjerstvo materijala te mehatronika i robotika

Sveučilište u Zagrebu Fakultet strojarstva i brodogradnje	
Datum:	Prilog:
Klasa:	
Ur. broj:	

## DIPLOMSKI ZADATAK

Student: **ANDREA ZANINOVIC** Mat. br.: **0035187086**

Naslov rada na hrvatskom jeziku: **Procjena i upravljanje rizicima u poduzeću za proizvodnju plastičnih dijelova**

Naslov rada na engleskom jeziku: **Risk assessment and risk management in the company for production of plastic parts**

Opis zadatka:

Revizija najraširenije norme iz područja upravljanja kvalitetom, norme ISO 9001:2015 postavlja zahtjev organizacijama za upravljanjem rizicima. Upravljanje rizicima uključuje potprocese identifikacije, analize i evaluacije rizika, pri čemu se rizik definira kao učinak neizvjesnosti. Pravovremena identifikacija i procjena rizika temelj su učinkovitog poslovanja te se kao takve u posljednje vrijeme postavljaju kao jedan od važnijih uvjeta poslovanja.

U radu je potrebno:

- Objasniti proces upravljanja rizicima sukladno normi ISO 31000.
- Klasificirati postojeće rizike u konkretnom poduzeću.
- Procijeniti potencijalne rizike u konkretnom poduzeću različitim metodama i alatima sukladno normi ISO 31010.

U radu je potrebno navesti korištenu literaturu i eventualno dobivenu pomoć.

Zadatak zadan:  
27. rujna 2018.

Rok predaje rada:  
29. studenog 2018.

Predviđeni datum obrane:  
05. prosinca 2018.  
06. prosinca 2018.  
07. prosinca 2018.

Zadatak zadao:

prof. dr. sc. Biserka Runje

Predsjednica Povjerenstva:

prof. dr. sc. Biserka Runje

## SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
2. OPĆENITO O POIMANJU RIZIKA.....	2
2.1. Rizik .....	3
2.2. Prilika .....	3
2.3. Razmišljanje na temelju rizika .....	3
3. PROCJENA RIZIKA .....	5
3.1. Identifikacija.....	6
3.2. Analiza .....	6
3.3. Evaluacija .....	6
3.4. Alati za procjenu rizika .....	7
4. UPRAVLJANJE RIZIKOM.....	10
4.1. Odgovori na rizike.....	11
4.1.1. Izbjegavanje .....	12
4.1.2. Prenošnje .....	12
4.1.3. Suzbijanje .....	13
4.1.4. Prihvatanje .....	14
5. ISO 31000.....	15
5.1. Načela norme ISO 31000 .....	16
5.2. Okvir norme ISO 31000 .....	18
5.3. Proces norme ISO 31000.....	21
6. FMEA ANALIZA .....	25
6.1. Povijesni razvoj .....	26
6.2. Karakteristike i područja primjene .....	26
6.3. Ograničenja .....	28
6.4. Koraci FMEA analize.....	29
7. PRAKTIČNI DIO RADA U PODUZEĆU .....	34
7.1. O poduzeću.....	34
7.2. Klasifikacija rizika u poduzeću .....	37
7.3. Odabir metode za analizu rizika prema ISO 31010 .....	39
7.4. FMEA analiza brizgalice za injekcijsko prešanje .....	41
7.5. FMEA analiza linije lakirnice .....	44
7.6. FMEA analiza energenata .....	48
7.7. Analiza dobivenih rezultata FMEA analizom .....	50
7.8. Prijedlozi za odjel održavanja i tehničku službu .....	53
8. EKOLOŠKA OSVIJEŠTENOST PODUZEĆA .....	54
8.1. Materijali .....	54
8.2. Energija .....	55
8.3. Voda .....	55
8.4. Emisije.....	56
8.5. Otpad .....	57
8.6. Zaključak o ocjeni rizika .....	59

---

9. ZAKLJUČAK.....	60
-------------------	----

---

**POPIS SLIKA**

Slika 1. Sastavni dijelovi procijene rizika .....	5
Slika 2. Shema procesa upravljanja rizikom .....	11
Slika 3. Načela norme ISO 31000 .....	16
Slika 4. Okvir norme [3] .....	18
Slika 5. Shema procesa norme [3] .....	21
Slika 6. Obrada rizika .....	24
Slika 7. Rano otkrivanje kvara [12] .....	27
Slika 8. Prekasno otkrivanje kvara [12] .....	28
Slika 9. Koraci FMEA analize .....	31
Slika 10. Geografski raspored postrojenja [16] .....	35
Slika 11. Raspored tehnologija i postotak proizvoda koji se rade tim tehnologijama [16] .....	35
Slika 12. Pregled prihoda od prodaje po tehnologijama i lokacijama [16] .....	36
Slika 13. Organizacijska struktura .....	36
Slika 14. Klasifikacija rizika u poslovanju .....	37
Slika 15. Stroj za injekcijsko prešanje [19] .....	41
Slika 16. FANUC roboti za bojanje [20] .....	44
Slika 17. Lakirnica pogona [16] .....	45

---

**POPIS TABLICA**

Tablica 1. Tipična skala procjena.....	7
Tablica 2. Stupnjevi težine .....	8
Tablica 3. Matrica rizika .....	9
Tablica 4. Ocjena rizika i akcija.....	9
Tablica 5. Općenita tablica za FMEA analizu.....	32
Tablica 6. Primjenjivost alata za analizu rizika [17] .....	39
Tablica 7. FMEA analiza stroja za injekcijsko prešanje .....	42
Tablica 8. FMEA analiza lakirnice .....	46
Tablica 9. FMEA analiza energenata .....	49
Tablica 10. Analiza FMEA rezultata.....	50
Tablica 11. Procjena rizika korištenih materijala .....	54
Tablica 12. Procjena ekoloških rizika potrošnje energije .....	55
Tablica 13. Rizik potrošnje vode.....	56
Tablica 14. Ocijena emisija stakleničkih plinova.....	57
Tablica 15. Ocjena opasnosti ukupnog otpada.....	58
Tablica 16. Ocijena metode zbrinjavanja otpada .....	58



---

**SAŽETAK**

Upravljanje rizicima kao poslovna tema javlja se kontinuirano u svim granama poslovanja svih segmenata poduzeća. Važnost pravovremenog prepoznavanja rizika koji se javljaju izuzetno je bitno za uspješno poslovanje i unaprijeđenje rada poduzeća. Kako bi se uopće moglo upravljati rizikom potrebno ga je procijeniti i analizirati. Brzo kretanje poslovnog okruženja kao i cijelog modernog životnog zahtijeva da se donose kvalitetne, efikasne i brze poslovne odluke koje će doprinjeti poslovnom razvoju i efikasnom upravljanju organizacijom.

U prvom dijelu rada obraditi će općenit pojam rizika, kako se on percipira i što sve predstavlja. Rizik kao takav ne mora nužno predstavljati samo prijetnju, već neki pozitivan ishod. Potom će se objasniti procjena rizika kroz tri osnovna sastavna dijela procijene: identifikacija, analiza i evaluacija, te pojasnit će se alati za procjenu rizika. Nakon detaljne razrade procjene, slijedi pojašnjenje samog procesa upravljanja rizikom te koji su odgovori na rizike dostupni svima kojima je potrebno pronaći rješenja za poboljšanje poslovanja i procesa proizvodnje.

U drugom dijelu rada obradit će se sama norma ISO 31000 koja se sastoji od smjernica koje olakšavaju poduzećima nositi se sa svakodnevnim rizicima koje poslovanje pruža. Detaljno su pojašnjena načela, okviri i sam proces provođenja upravljanja rizikom. Potom je objašnjena najpovoljnija metoda za analizu, a to je FMEA analiza. Dani su detaljni opisi koraka i primjene te analize u procjeni rizika.

Treći dio rada se bavi primjenom razrađenih teorijskih znanja iz područja upravljanja rizikom na primjeru poslovanja i proizvodnje poduzeća AD Plastik. Snimanjem i proučavanjem proizvodnog procesa i poslovanja uočeni su problemi koji se javljaju te su predložena rješenja za poboljšanje postojeće situacije. Također proanalizirati će se sama ekološka osvještenost poduzeća procjenom rizika.

Zaključak je da upravljanje rizikom ima izuzetno veliku ulogu u kreiranju poslovanja, te je potrebno razmišljati u svakom koraku kako je moguće unaprijediti i poboljšati trenutni proces.

Ključne riječi: upravljanje rizikom, analiza rizika, procjena rizika, ISO 31000

---

**SUMMARY**

Risk management as a business theme occurs continuously in all branches of business through all segments of the company. The importance of timely recognition of the risks that arise is extremely important for successful business operations and business improvement. In order to be able to manage risk at all, it is necessary to evaluate and analyze it. The fast moving business environment as well as the overall modern living requirement to deliver quality, efficient and fast business decisions that will contribute to business development and efficient organization management.

In the first part of the paper, the general concept of risk will be elaborated, as perceived and what it is all about. Risk as such does not necessarily represent only a damaging outcome but can also be a positive outcome. Then the risk assessment will be explained through three basic constituent parts of the assessment: identification, analysis and evaluation, and the tools for risk assessment will be clarified. After detailed assessments, it follows the clarification of the risk management process itself and the responses to the risks available to anyone who needs to find solutions to improve business and production processes.

In the second part of the paper, the ISO 31000 standard will be elaborated, which consists of guidelines that help companies to deal with day-to-day business risks. The principles, the framework and the risk management process are explained in detail. Then the most favorable analysis method was explained, which is the FMEA analysis. The detailed description of the steps and the implementation of this risk assessment analysis are given.

The third part deals with the application of elaborated theoretical knowledge in the field of risk management in the example of business and production of AD Plastik. By capturing and studying the manufacturing process and business, the problems that arise are noted and will try to provide solutions to improve the existing situation.

The conclusion is that risk management has an extremely large role in business creation, so it is necessary to think at every step how it is possible to improve and improve the current process.

Key words: risk management, risk assessment, risk analysis, ISO 31000

## 1. UVOD

Kako je rizik dio svakodnevnog života potrebno ga je prihvatiti kako bi se društvo razvijalo. Od upravljanja procesima proizvodnje, lancima nabave, bolnica, infrastruktura pa sve do samih kućanstava, efikasno upravljanje rizikom omogućuje razna postignuća. S obzirom da se sve u svijetu kreće jako brzo, tako i rizici kojima je potrebno upravljanje se brzo razvijaju te se njihovom procjenom i upravljanjem treba smanjiti prijetnja i povećati potencijal koji stvaraju. Prema [1] upravljanje rizikom uključuje razumijevanje, analizu te rješavanje rizika kako bi organizacije postigle svoje ciljeve. Potrebno je da samo upravljanje rizikom bude razmjerno složenosti i vrsti organizacije ili procesa za koje je namijenjeno. Pravilno upravljanje rizikom podrazumijeva nadzor nad mogućim budućim događajima te je više proaktivan nego reaktivan. Kako je potrebno svakodnevno u organizacijama smanjiti negativne učinke rizika te povećati vrijednost poslovnih procesa razvijene su razne metode koje olakšavaju taj proces.

Za pravilno usmjeravanje i razumijevanje koriste se različite smjernice i norme koje propisuju razne organizacije. Iz norme ISO :9001:2015 koja je govorila o upravljanju kvalitetom proizašla je nova norma ISO 31000 o upravljanju rizikom. Ova norma daje smjernice za upravljanje rizikom te efikasno omogućuje poduzećima organizirati svoje poslovanje prema njima i pritome minimizirati rizike.

## 2. OPĆENITO O POIMANJU RIZIKA

Kao i za sve opće pojmove pa tako i za rizik moguće je pronaći razne definicije koje ga različito interpretiraju. Najispravnija definicija rizika u ovom području bi bila ona koja je definirana prema [2] te se njome definira rizik kao učinak neizvjesnosti na ciljeve, gdje učinak predstavlja odstupanje od očekivanog, često izraženo kombinacijom posljedica događaja i povezane vjerojatnosti pojave, a nesigurnost je nedostatak informacije o razumijevanju ili poznavanju događaja, njegovih posljedica i vjerojatnosti.

Pet je osnovnih točaka vezano za rizik koje je potrebno razmatrati prema normi ISO 31000 [3] :

1. Učinak je odstupanje od očekivanog pozitivnog i/ili negativnog
2. Ciljevi mogu imati različite aspekte ( poput financijskih, zdravstvenih, sigurnosnih te onih koji se odnose na zaštitu okoliša) te se mogu primjenjivati na različitim razinama ( strateškim, organizacijskim, projektnim, proizvodnim i procesnim).
3. Rizik se često karakteriziran referencama na moguće događaje i posljedice ili kombinaciju događaja i posljedica
4. Rizik se često izražava u smislu kombinacije posljedica događaja (uključujući promjene okolnosti) i povezane vjerojatnosti pojave
5. Nesigurnost je stanje, čak i djelomično, nedostatka informacija koje se odnose na razumijevanje i poznavanje događaja, njegovu posljedicu ili vjerojatnost.

S obzirom da je rizik u svakodnevnom životu neizbježna pojava svi moraju biti spremni na razne rizike koji se javljaju u okolini: poslovni, sportski, obiteljski, projektni, investicijski, konstrukcijski... Većinom se ljudi ipak i dalje bave samo posljedicama rizika, a ne suzbijanjem rizika jer je suzbijanje najčešće dugotrajan, skup i kompliciran postupak koji je teško ekonomski opravdati. Najbolje rješenje je priprema na posljedice koje se pojavljuju s rizicima. Zahvaljujući velikim količinama informacija koje su dostupne današnjim tehnologijama moguće je razvoj matematičkih modela koji olakšavaju pripremu na posljedice.

Osnovna tri pojma vezana za rizik su rizik, prilika i razmišljanje na temelju rizika.

## 2.1. Rizik

Različiti su konteksti poimanja rizika prema subjektivnim znanjima i poimanjima. Nije jednostavno ga definirati za sveopće prihvaćanje. Najopćenitije, rizik je moguće definirati kao promjenjivost rezultata oko neke očekivane vrijednosti gdje je očekivana vrijednost ishod/rezultat koji se prosječno događa u duljem vremenskom periodu pri čemu je poduzeće, proces ili samo poslovanje izloženo uvijek istom tipu rizika. Rizik je dakle vjerojatnost da će nastati događaj koji će imati negativne posljedice na pojedinca, poduzeće ili općenito društvo. Norma 31000 prema [3] kaže da se organizacije svih vrsta i veličina suočavaju s unutarnjim i vanjskim čimbenicima i utjecajima koji stvaraju neizvjesnost kada i hoće li se uopće ostvariti ciljevi. Dakle, sam rizik ne mora imati negativne posljedice i ne mora nužno biti loš za poslovanje poduzeća ili samog pojedinca. Ponekad rizik treba gledati kao priliku, a ponekad kao prijetnju. Moguće je također zaključiti da isti rizici imaju dva različita ishoda od kojih jedan pozitivno utječe na poslovanje, a drugi stvara štetu. Rizik kao takav je moguće kvantificirati ako je poznata distribucija očekivanih rezultata, te samom kvantifikacijom rizik postaje upravljiv. Kvantificirati se može cijena posljedica rizika te njezina vjerojatnost pojave i iz tih rezultata se odabire ona situacija koja ima minimalne troškove.

Iz ovog svega je moguće zaključiti da prema tome što sam pojam rizika opisuje, dalje ga se u tom smislu i definira.

## 2.2. Prilika

Prilike su rezultati pozitivnih situacija za postizanje nekog rezultata. One uvijek povlače i određene rizike npr. : otvaranjem nove proizvodne linije riskira se pojava dodatnih kvarova i troškova, ali se skraćuje vrijeme isporuke, povećava kvaliteta, produktivnost. Potrebno je dakle uočiti da svaka prilika ima negativne posljedice/rizike, ali je bitno procijeniti da li su oni mnogo manji od pozitivnih učinaka koje donosi sama prilika.

Prilike koje sigurno donose pozitivne ishode također povlače neke nepoznate rizike koji mogu dovesti do negativnog utjecaja na poslovanje.

## 2.3. Razmišljanje na temelju rizika

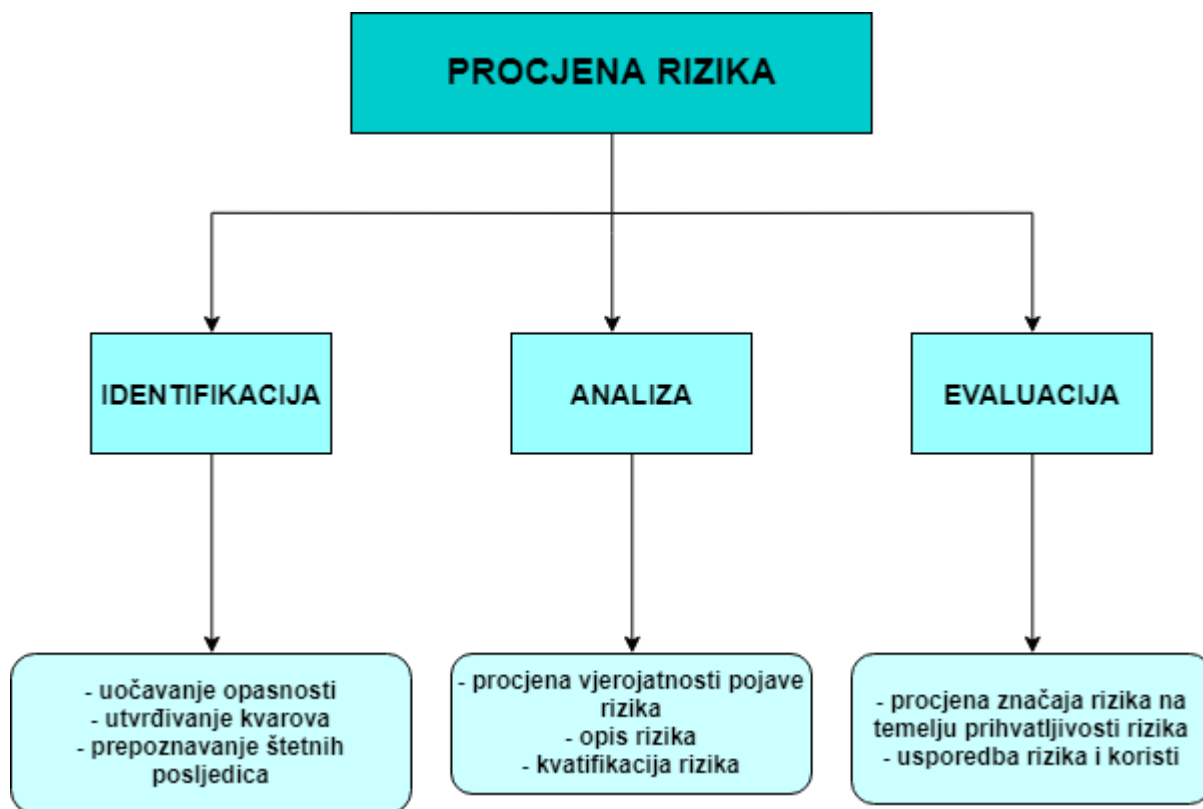
Razmišljanje na temelju rizika [4] je pojam koji se povezuje s normom ISO 9001:2015 gdje je eksplicitno definiran cijeli sustav upravljanja temeljen na njemu. On je dio procesnog pristupa te radi preventivne rutinske akcije. Razmišljanje na temelju rizika pomaže u identifikaciji prilika. Primjenom ovakvog razmišljanja postiže se proaktivna okolina koja teži prevenciji i

unaprijeđenjima, osigurava se konstantnost i kvaliteta proizvoda i usluga koju poduzeća nude. Poduzeća koja su uspješna u svojem poslovanju intuitivno provode ovaj pristup rješavanja rizika. Važno je naglasiti da ne iziskuju svi procesi u poduzeću jednaku pažnju kada se radi o sustavu upravljanja kvalitetom i povezanim rizicima. Za neke je potrebno detaljnije i strože upravljanje i planiranje dok za druge nije. Razmišljanje na temelju rizika nije isto što i upravljanje rizikom. Za razliku od upravljanja rizikom, ovaj pristup je manje formalan- ne postoji neki definiran proces kako se provodi, te je poduzeće fleksibilnije oko ispunjavanja standarda kontrole kvalitete.

### 3. PROCJENA RIZIKA

Procjena rizika omogućuje donositeljima odluka i odgovornim stranama unaprijedeno razumijevanje rizika kako bi mogli utjecati na postizanje ciljeva, te adekvatnost i učinkovitost kontrola koje su već uspostavljene. To daje osnovu za odluke o najprikladnijem pristupu koji će se koristiti za rješavanje rizika. Rezultat procjene rizika je ulaz u procese donošenja odluke poduzeća. Procjena rizika prema [11] je definirana kao opis procesa u kojem se utvrđuje opasnost i čimbenici rizika koji uzrokuju štetu (identifikacija rizika), analiziraju i procjenjuju rizik povezan s identificiranom opasnošću (analiza rizika) i u konačnici određivanje prikladnih načina uklanjanja opasnosti i kontrole rizika kada opasnost ne može biti u potpunosti uklonjena.

Ovaj proces pruža mogućnost pregleda cijelog poduzeća i svih njegovih segmenata kako bi se identificirali procesi, situacije koji mogu prouzročiti neku vrstu štete. Nakon identifikacije, analize i evaluacije dolazi se do zaključka kako se eliminira i kontrolira nastala šteta. Slika 1 prikazuje sastavne dijelove procjene rizika koji su objašnjeni detaljnije u nastavku rada.



Slika 1. Sastavni dijelovi procijene rizika

### 3.1. Identifikacija

Identifikacija rizika je proces pronalaženja, uočavanja i opisivanja rizika. Uključuje identifikaciju izvora rizika, događaje te njihove uzroke i potencijalne posljedice. Identifikacija rizika može uključivati: povijesne podatke, teorijsku analizu, informirana i stručna mišljenja i potrebe dioničara.

Izvor rizika je element koji sam ili u kombinaciji ima intrinzični potencijal stvaranja rizika.

Događaj je pojava ili promjena određenog skupa okolnosti, može biti jedno ili više pojava i može imati nekoliko uzroka, može se sastojati od nečega što se ne događa. Događaj se ponekad može nazvati "incident" ili "nesreća". Događaj bez posljedica može se smatrati: nedostatkom, incidentom, hitan ili bliski susret.

Posljedica je ishod događaja koji utječe na ciljeve. Događaj može dovesti do niza posljedica. Posljedica može biti sigurna ili neizvjesna i može imati pozitivne ili negativne učinke na ciljeve. Posljedice se mogu izraziti kvalitativno ili kvantitativno. Inicijalne posljedice mogu eskalirati kroz uznapredovale učinke. Vjerojatnost je šansa da se nešto dogodi. U terminologiji upravljanja rizicima riječ je o vjerojatnosti da se nešto dogodi, bilo da je definirano, mjereno ili određeno objektivno, kvantitativno i opisano korištenjem općih pojmova ili matematički.

### 3.2. Analiza

Analiza rizika proces je razumijevanja prirode rizika i određivanja razine rizika. Analiza rizika pruža temelj za procjenu rizika i odluke o tretmanu rizika. To uključuje procjenu rizika.

Primjenjuje se kvantitativna i / ili kvalitativna analiza rizika za identificiranje rizika. Kvantitativna analiza rizika očekuje vjerojatnost rizika za predviđanje procijenjenih financijskih gubitaka od mogućih rizika.

Tijekom analize rizika može se koristiti plan intervencija. Ako se pojavi rizik, planovi za slučaj opasnosti olakšavaju smanjenje šteta.

### 3.3. Evaluacija

Procjena rizika je proces usporedbe rezultata analize rizika s kriterijima rizika kako bi se utvrdilo je li rizik i / ili njegova veličina prihvatljiv ili podnošljiv. Također, pomaže u odluci o liječenju rizika - procesom promjene rizika. Liječenje rizika može uključivati:

- uklanjanje izvora rizika
- promijena vjerojatnost
- promjena posljedica



- porast rizika kako bi se ostvarila prilika

U konačnici ostaje preostali rizik koji može sadržavati neidentificirani rizik.

### 3.4. Alati za procjenu rizika

Postoji mnogo alata za upravljanje, procjenu i ublažavanje rizika.

Neki od alata uključuju:

- tablicu procjene rizika
- sigurnost radnog mjesta i procjenu okoliša
- specifičan softver za upravljanje rizicima
- izjavu o načinu rada
- SWOT analizu
- dijagrame toka, kontrolne popise, standarde

Detaljno će se pojasniti tablica procijene rizika kao alat koji ima najčešću i najširu primjenu.

#### TABLICA PROCIJENE RIZIKA

Za pomoć u analizi kvalitativne procjene rizika koristi se formula

$$\text{MOGUĆNOST} \times \text{POSLJEDICA} = \text{RIZIK} \quad (1.1)$$

Vrijednost za MOGUĆNOST iz jednadžbe (1.1) određuje se tipičnom skalom procjena iz tablice 1.

**Tablica 1. Tipična skala procjena**

Ocjena	Mogućnost (vjerojatnost, frekvencija)
5	Gotovo sigurno
4	Vjerojatno
3	Moguće
2	Malo vjerojatno
1	Rijetko

Vrijednost za POSLJEDICU iz jednadžbe (1.1) određuje se slično kao i vjerojatnost pomoću tablice stupnjeva težine prikazano u tablici 2.

Tablica 2. Stupnjevi težine

Ocjena posljedica	Opis	Mogući utjecaj
5	Katastrofalan	Vrlo visoki, akutni ili dugoročni široko rasprostranjeni utjecaji na okoliš, vjerojatni smrtni slučajevi, značajan progon i novčane kazne, gubitak licence, izgubljena proizvodnja, visoka čišćenja i ostali troškovi koji utječu na održivost društva
4	Ozbiljan	Ozbiljni utjecaji na okoliš, mogući smrtni slučaj ili ozbiljne trajne ozljede, značajne novčane kazne i potencijalni sudski sporovi, utjecaj na reputaciju, velike cijene remonta i drugi troškovi
3	Umjeren	Ozbiljan, srednjoročni utjecaj na okoliš, značajna izgubljena šteta i vrijeme proizvodnje, umjereni troškovi, kazne, sanacije
2	Blag	Umjeren, kratkoročan utjecaj na okoliš, može uzrokovati ozljede, novčane kazne, neko zastoje, čišćenje i neki drugi troškovi
1	Zanemariv	Mali, lokalizirani utjecaj na okolinu, bez kazni, zastoje u radu uz minimalne troškove

Postoji mnogo različitih načina kvantificiranja rizika, a jedna od njih je korištenjem matrice  $5 \times 5$ . Svrha matrice rizika je standardizirati procjenu rizika. Unutar tog procesa su definirane:

- ozbiljne kategorije
- kategorije vjerojatnosti
- prihvatljiv rizik
- neprihvatljiv rizik
- okidač za daljnje upravljanje

Matrica se zapisuje na sljedeći način kako je prikazano u tablici 3

Tablica 3. Matrica rizika

VJEROJATNOST	POS LJEDICA					
		1	2	3	4	5
	1	1	2	3	4	5
	2	2	4	6	8	10
	3	3	6	9	12	15
	4	4	8	12	16	20
	5	5	10	15	20	25

Tablica 4. Ocjena rizika i akcija

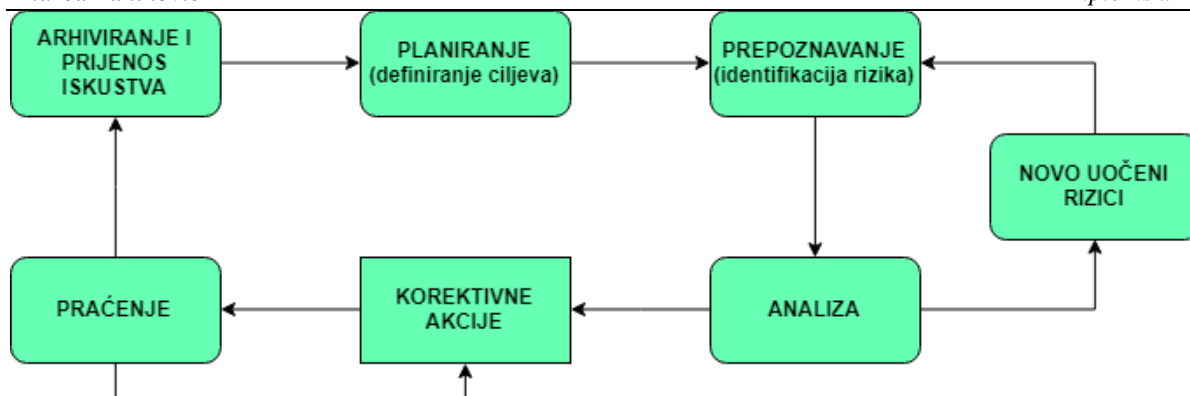
Ocjena rizika	Akcija
Nizak rizik (< 4)	Rizik iz ove skupine je prihvatljiv kompaniji. Nema potrebe za daljnjim ublažavanjem. Praćenje na licu mjesta.
Srednji rizik (4 - 10)	Ne prihvatljiv rizik kompaniji. Daljnje smanjivanje problema je potrebno. Potrebna je potvrda menadžmenta za daljnji nastavak rada.
Visoki rizik (>10)	Neprihvatljiv rizik za tvrtku. Daljnje planiranje i analizu rizika provodi više osoblje za okoliš prije početka. Potrebna je neposredna akcija.

#### 4. UPRAVLJANJE RIZIKOM

Upravljanje rizikom je nešto čime se svakodnevno svi susreću u dnevnim aktivnostima poput vožnje automobilom, a da pritom se koristi sigurnosni pojas i na taj način osigurava manji rizik od ozbiljnih ozljeda ako dođe do nesreće. Upravljanje rizikom je proces kontinuiranog rada na reduciranju i upravljanju rizika, s glavnim ciljem očuvanja učinkovitosti djelovanja. Osim osnovnog cilja postoje i drugi ciljevi koji su većinom već uključeni u politiku poduzeća poput zaštite zaposlenika, dobrih odnosa s javnošću i klijentima, učinkovite uporabe resursa. Proces je kvalitetan ukoliko je dobro organiziran i nadgledan te čini dio programa upravljanja poduzećem. Sve faze procesa trebaju biti organizirane na temelju svakodnevnog rada. Rizike treba što bolje unaprijed predviđati i rješavati, ne čekajući da se oni dogode pa ih onda rješavati. Ako se dogode bez obzira na mjere prevencije mora postojati plan za djelovanje i sanaciju problema.

Upravljanje rizicima kao proces se može opisati kao skup odgovarajućih metoda koje nastaju u praksi, a fleksibilno se koriste prema potrebi. Njegov cilj je rješavanje problema rizika uz različita znanja i discipline koji služe za efikasno rješavanje rizika. Služi za identifikaciju, analizu i procjenu rizika od nastanka štete (mogućnosti) i odabira najboljeg tretmana za uklanjanje ili smanjenje njegovog utjecaja u poslovanju poduzeća. Cijeli proces upravljanja rizicima treba biti jasno i jednoznačno definiran sa svim podacima i koracima svake faze procesa. Kada je tako definiran, postaje objektivan i moguće ga je unaprijediti. U svakom procesu upravljanja rizikom se javlja i subjektivna strana upravljanja koju daje osoba koja se bavi prepoznavanjem rizika u procesu. Ta osoba mora biti stručnjak koja se bavi rizicima te ima znanja i mogućnosti prepoznavanja pojedinih izvora rizika i načina njihova otklanjanja. Koliko je ta osoba stručna ovisi i sama kvaliteta upravljanja procesom, te ako ona zanemari neke detalje koji su važni za detekciju rizika dolazi do lošje kvalitete procesa. Proces upravljanja rizikom uvelike ovisi o mogućnosti identifikacije problema i određivanja protumjera. Stručnost također nije jedini faktor koji utječe. Osim nje, utječe i pristup upravljanju te je potrebno definirati korake procesa upravljanja kako bi osobe koje se bave rizicima mogle obuhvatiti sve moguće informacije bitne za uspješno otklanjanje rizika.

U nastavku je prikazana shema procesa upravljanja rizikom s definiranim koracima na slici 2.



Slika 2. Shema procesa upravljanja rizikom

#### 4.1. Odgovori na rizike

Upravljanje rizicima je proces koji identificira, procjenjuje i obrađuje rizike konzistentnim i ponovljivim postupcima na temelju kojih se izvješće provodi i provodi se praćenje rizičnih aktivnosti. Upravljanje rizikom ne nastoji potpuno eliminirati rizike, jer je praktički nemoguće, ali nastoji stvoriti okruženje u kojem se mogu donijeti optimalne poslovne odluke uzimajući u obzir identificirane rizike i posljedice koje mogu uzrokovati. Kada se rizici identificiraju i prolaze kroz određene postupke, vrlo je važno odabrati odgovarajuću tehniku ili kombinaciju tehnika koje će na najbolji mogući način učinkovito eliminirati ili kontrolirati izloženost rizicima. U svakom slučaju, glavna korist je da je upravljanje organizacijom donijelo odluku na temelju objektivnih i usporedivih podataka, a ne na temelju subjektivnih zaključaka i intuicija. Postupak odgovora na rizik identificira u kojem smjeru i intenzitet resursa treba angažirati kako bi ublažio posljedice neprihvatljivih događaja. Poznato je da se nakon provedbe procjene rizika i analize implikacija za organizaciju mogu provesti neke od osnovnih tehnika povezanih s objektivnim smanjenjem posljedica koje organizacije provode kroz programe upravljanja rizicima. Neke tehnike mogu proizvesti željene rezultate, drugi uspiju najbolje kroz kombinaciju ovisno o veličini i vrsti izlaganja.

Ublažavanje rizika se postiže primjenom mjera za smanjenje rizika. Te mjere i informacije možemo dobiti iz sljedećih izvora:

- Informacije iz određene kontrole, zakona, propisa, uvjeta, dozvola, industrijske smjernice, itd. Potrebno je uzeti u obzir izvor i pridruženu energiju, postaviti barijere, ukloniti opasnost
- Uskladiti/provoditi postupke tvrtke – planovi upravljanja, ostale procjene rizika
- Istraživanje drugih projekata i način upravljanja rizikom – koje mjere provode uzeti kao mjerilo za implementaciju tih mjera u vlastitome projektu

Tehnike odgovora na rizik koje se najčešće primjenjuju:

- izbjegavanje rizika
- prenošenje rizika
- suzbijanje
- prihvatanje rizika.

#### **4.1.1. Izbjegavanje**

Izbjegavanje rizika predstavlja tehniku gdje se dobrovoljno odabere nesudjelovanje u aktivnostima koje uzrokuju gubitke. Ako poduzeće odluči da ne pruža usluge, ili ne obavlja funkcije koje su stvorile izlaganje gubitku, više se neće susretati s rizicima kojima je prije bilo izloženo. U slučaju da se gubitak nikad ne ostvari, ili ako se postojeća izloženost riziku ukloni, znači da je gubitak izbjegnuto. Prednost ove tehnike je u tome što omogućava da se vjerojatnost gubitka smanji ili potpuno ukloni, tj. svede na nulu. Nedostatak leži u tome što poduzeće nikad neće moći izbjeći sve gubitke, jer je rizik praktično nemoguće izbjeći, osim da se zaustavi čitavo poslovanje, čime bi i poduzeće prestalo postojati.

Primjer izbjegavanja rizika može biti kada osoba odlučuje izbjeći rizik gubitka imovine time da je nigdje ne ulaže. Ili u slučaju da organizacija koja se bavi proizvodnjom lijekova odluči izbjeći rizik tako da prestane proizvoditi određeni lijek za koji smatra da će naštetiti poslovanju. U svakom slučaju, rijetke su situacije gdje se rizik u potpunosti može izbjeći.

#### **4.1.2. Prenošnje**

Prenošenje rizika je tehnika koja se koristi za prenos ili premještanje rizika s jedne stranke na drugu. Organizacijama je u cilju da izvuku maksimalnu korist iz tehnike prenošenja pa često nastoje prenijeti kako pravne tako i financijske odgovornosti, iako to ponekad nije moguće. Prenošnje rizika može biti putem osiguranja ili na društvo koje nije osiguravajuće, što znači da se čisti rizik i njegove posljedice prenose na druge organizacije ili pojedince. Ukoliko se radi o dioničarskom društvu, podjela rizika je dogovorena tako da svaki dioničar preuzima dio rizika, do visine iznosa kapitala. Za prijenos rizika se mogu koristiti i određeni ugovori. Ova tehnika ima nekoliko prednosti:

- Menadžeri rizika prenose rizik koji ne mogu osigurati kupovinom osiguranja na neko drugo društvo koje nije osiguravajuće

- Prenošenje rizika na društvo koje nije osiguravajuće obično je jeftinije, jer se ne plaćaju visoke premije
- Mogući gubitak se prenosi na nekog tko može bolje upravljati rizikom.

Primjer prenošenja rizika na druge organizacije može biti putem kupovine na leasing, gdje prodavač preko klauzule preuzima rizik i odgovornost za održavanje i popravak prodanih proizvoda. Drugi primjer mogu biti garancije koje izdaju organizacije uz prodaju svojih proizvoda, ili drugi ugovori u kojima se jedna strana obavezuje preuzeti rizik za drugu stranu.

#### 4.1.3. Suzbijanje

Upravljanje gubitkom je tehnika upravljanja rizicima čiji je cilj da smanji i frekvenciju i intenzitet gubitka. U tu svrhu javljaju se dva načina smanjenja gubitaka, koja su objašnjenja u nastavku rada. To su prevencija gubitka i smanjenje gubitka.

**Prevencija gubitka** uključuje mjere i aktivnosti prije nego što dođe do događaja koji izaziva štetu pokušavajući time sprječiti moguće situacije, koje uzrokuju gubitke ili smanjiti njihov utjecaj. Ovom tehnikom se postiže smanjenje učestalosti pojave izvanrednih gubitaka. Aktivnosti i prakse mogu biti usmjerene na predviđanja, izbjegavanja i uklanjanja mogućih uzroka da bi se zaustavio neželjeni događaj koji nosi gubitak. Na primjer, mjere kojima se smanjuju prometne nesreće obuhvaćaju provjeru zdravstvenog stanja vozača, alko-testove, kao i striktno poštivanje propisanih prometnih pravila i slično.

**Smanjenje gubitaka** predstavlja tehniku koja se može provoditi prije ili nakon nastanka gubitka, u pokušaju da se smanji iznos gubitka ili štete. Odnosi se i na sve mjere koje ublažavaju gubitak kada se nesreća dogodi. Primjeri za korištenje tehnike smanjenja gubitka mogu biti automatski protupožarni sustavi, sigurnosni pojasevi u vozilima i slično, koji pomažu u smanjenjima ukupne štete i nastanka katastrofalnih posljedica. Ove aktivnosti imaju za cilj minimiziranje potencijalnih šteta od gubitaka. Važno je napomenuti da se tehnikom smanjenja gubitaka ne sprječava nastanak događaja.

Pojam smanjenja gubitka ne treba izjednačavati sa smanjivanjem nesigurnosti. Pretvaranje nesigurnosti u predvidivu vrijednost pojavljivanja rizika ili smanjivanje mogućnosti da do rizičnog događaja dođe, može se odnositi i na svojevrsnu prevenciju od gubitka. U te aktivnosti spadaju izvođenje pilot projekta, izrada prototipa, simulacija modela i slično. Smanjenje štete nasuprot tome znači razvoj paralelnih koraka koji će se primjeniti u slučaju pojave rizika, ukidanje zavisnosti između dva rizična događaja, čime se isključuje mogućnost nastanka štete povezanih rizika, stvaranje rezerve kroz povećanje budžeta itd.

#### **4.1.4. Prihvaćanje**

Prihvaćanje rizika je metoda odgovora na rizik koja se primjenjuje alternativno, kada se prethodne ne mogu primjeniti ili je prekasno za njihovu primjenu. U tom slučaju poduzeće zadržava dio ili cjelokupan gubitak uzrokovan rizikom. Prihvaćanje rizika može biti aktivno ili pasivno, svjesno ili nesvjesno. Ako je organizacija svjesna rizika kojima se izlaže, svejedno može koristiti ovaj način upravljanja rizicima ako ustanovi da su troškovi sanacije rizika veći od štete koja može nastati. Odgovornost menadžera rizika je da odredi razinu rizika koje poduzeće može prihvatiti i podnijeti. Prihvaćanje rizika se može definirati kao "razina zadržavanja rizika poduzeća i predstavlja novčani iznos koje poduzeće želi zadržati da bi financiralo gubitak". Financijski snažnija poduzeća mogu podnijeti višu razinu zadržavanja rizika u odnosu na ona slabija s posebnom pažnjom da se ne ugrozi likvidnost poduzeća.

U praksi se najčešće koriste dvije metode određivanja razine rizika poduzeća. Prvo, poduzeća mogu odrediti najveći gubitak koji neće osigurati, i to onaj koji mogu financirati, a da to ne utječe negativno na prihode poduzeća. Tu se koristi pravilo da najveći rizik, koji poduzeće može zadržati za gubitak, nije veći od 5 % godišnjih prihoda prije oporezivanja.



## 5. ISO 31000

Norma ISO 31000 za upravljanje rizicima kroz niz smjernica objašnjava menadžerima rizika kako da razviju plan upravljanja rizikom. To je dakle međunarodni standard koji daje načela i opće smjernice za upravljanje rizicima. Može ga koristiti bilo koje javno, privatno ili zajedničko poduzeće, udruga, grupa ili pojedinac. Stoga, nije specifičan za bilo koju industriju ili sektor.

Norma ISO 31000 može se primjenjivati tijekom cijelog životnog vijeka organizacije i širokog spektra aktivnosti koje obuhvaća, uključujući strategije i odluke, operacije, procese, funkcije, projekte, proizvode, usluge i imovinu. Moguće ga je primijeniti na bilo koju vrstu rizika, bez obzira na njegovu prirodu, bilo da ima pozitivne ili negativne posljedice.

Iako ovaj međunarodni standard donosi općenite smjernice, nema za cilj promicati ujednačenost upravljanja rizikom u svim organizacijama. Planiranje i provedba planova i okvira upravljanja rizikom uzima u obzir različite potrebe specifične organizacije, njene posebne ciljeve, kontekst, strukturu, operacije, procese, funkcije, projekte, proizvode, usluge ili imovinu i specifične primijenjene prakse. Organizacijama se preporučuje da provode i unaprijeđuju kontinuirano okvir za integraciju procesa upravljanja rizikom u sklopu upravljanja organizacijom, strategiju i planiranje te upravljanje i procese izvješćivanja aktualnu politiku, vrijednosti i kulturu. Sve to doprinosi da se rizikom upravlja usklađeno i djelotvorno te ga se sustavno umanjuje. Načela i komponente već mogu postojati u cijelosti ili djelomično unutar organizacije, ali ih je potrebno prilagoditi ili poboljšati kako bi upravljanje rizikom bio učinkovit, djelotvoran i dosljedan proces.

Teži se da ISO 31000 se koristi za usklađivanje procesa upravljanja rizicima u postojećim i budućim standardima tako što pruža podršku, a ne predstavlja zamjenu standardima. Namjena norme nije certifikacija već smjernice za vlastito planiranje, jer ne sadrži nikakve zahtjeve koje poduzeće treba ispuniti u upravljanju rizikom.

Prva verzija norme ISO 31000 je izašla 2009. godine, a revidirana verzija u veljači 2018. godine. Konačni cilj norme je ostao isti, a to je integracija upravljanja rizikom u strateški i operativni sustav upravljanja. Revidirana verzija iz 2018. godine se razlikuje u nekoliko sljedećih točaka od prvotne verzije:

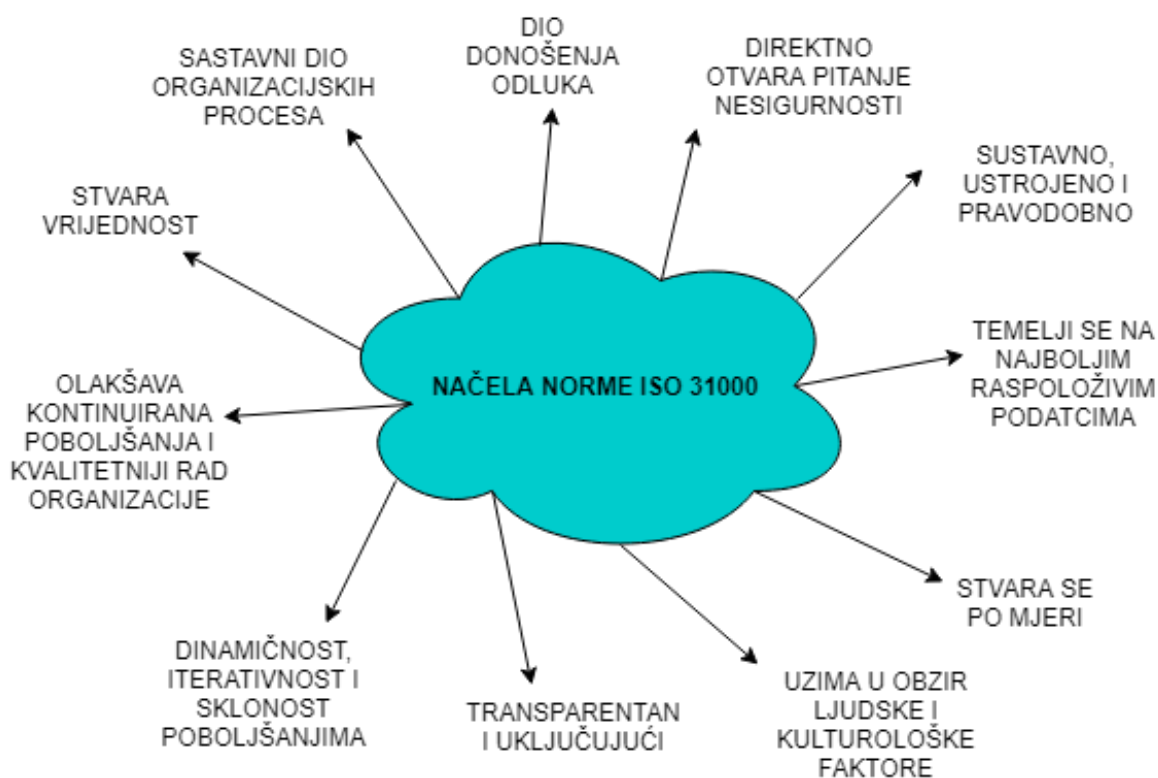
- Pregledana su načela upravljanja rizikom jer su ona ključ za uspješnim upravljanjem rizikom
- Naglašava se važnost vodstva vrhovnog menadžmenta kao i integracija upravljanja rizikom počevši od upravljanja organizacijom

- Veći naglasak stavljen je na iterativnu prirodu upravljanja rizicima, jer nova znanja i analiza dovode do revizije procesa, djelovanja i kontrola; i
- Sadržaj je pojednostavljen s većim naglaskom na održavanju modela otvorenog sustava koji će odgovarati višestrukim kontekstima.

ISO 31000 norma je podijeljena u tri cjeline koji imaju zajednički cilj upravljanja rizikom:

1. Načela norme
2. Okviri- okviri provođenja norme
3. Procesi- proces provođenja upravljanja rizikom

### 5.1. Načela norme ISO 31000



**Slika 3. Načela norme ISO 31000**

Na slici 3 su prikazana načela u skladu s kojima poduzeće mora biti usklađeno za efikasno upravljanje rizicima. Svih jedanaest načela je podjednako važno razumijeti i uskladiti djelovanje poduzeća s njima, a prema [3] redom to su:

- 1) Upravljanje rizikom stvara i štiti vrijednost
  - upravljanje rizikom pridonosi dokazivom postizanju ciljeva i poboljšanju performansi u, primjerice, zdravlju i sigurnosti ljudi, sigurnosti, pravnoj i regulatornoj usklađenosti, prihvaćanju javnosti, zaštiti okoliša, kvaliteti proizvoda, upravljanju projektima, učinkovitosti u poslovanju, upravljanju i ugledu.
- 2) Upravljanje rizikom je sastavni dio svih organizacijskih procesa
  - upravljanje rizikom nije samostalna aktivnost koja se izdvaja od glavnih aktivnosti i procesa organizacije. Upravljanje rizikom je dio odgovornosti uprave i sastavni dio svih organizacijskih procesa, uključujući strateško planiranje i sve procese upravljanja projektima i promjenama.
- 3) Upravljanje rizikom je dio procesa donošenja odluka
  - upravljanje rizikom pomaže donositeljima odluka da donose informirane odluke, daju prioritete akcija i razlikuju se od alternativnih načina djelovanja.
- 4) Upravljanje rizikom direktno otvara pitanje nesigurnosti
  - upravljanje rizikom izričito uzima u obzir neizvjesnost, prirodu te neizvjesnosti i način na koji se to može riješiti.
- 5) Upravljanje rizikom se provodi sustavno, ustrojeno i pravodobno
  - sustavan, pravovremen i strukturiran pristup upravljanju rizikom pridonosi učinkovitosti i dosljednim usporedivim i pouzdanim rezultatima.
- 6) Upravljanje rizikom se temelji na najboljim raspoloživim podacima
  - ulaganja u proces upravljanja rizikom temelje se na izvorima informacija kao što su povijesni podaci, iskustva, povratne informacije dionika, promatranje, prognoze i procjenu stručnosti. Međutim, donositelji odluka trebaju se informirati, i trebaju uzeti u obzir, sva ograničenja podataka i mogućnost divergencije među stručnjacima.
- 7) Upravljanje rizikom se stvara po mjeri
  - upravljanje rizikom usklađeno je s vanjskim i unutarnjim kontekstom organizacije i profilom rizika.
- 8) Upravljanje rizikom uzima u obzir ljudske i kulturološke faktore
  - upravljanje rizikom prepoznaje sposobnosti, percepcije i namjere vanjskih i unutarnjih ljudi koji mogu olakšati ili ometati postizanje ciljeva organizacije.
- 9) Upravljanje rizikom je transparentan i uključujući proces
  - odgovarajuća i pravodobna uključenost stranke i, posebice, odluke na svim razinama organizacije, osigurava da upravljanje rizikom ostane relevantno i ažurno.

Uključivanje također omogućava dionicima da budu pravilno zastupljeni i da se njihovi stavovi uzmu u obzir prilikom utvrđivanja kriterija rizika.

10) Upravljanje rizikom je dinamičan, iterativan i proces sklon poboljšanjima

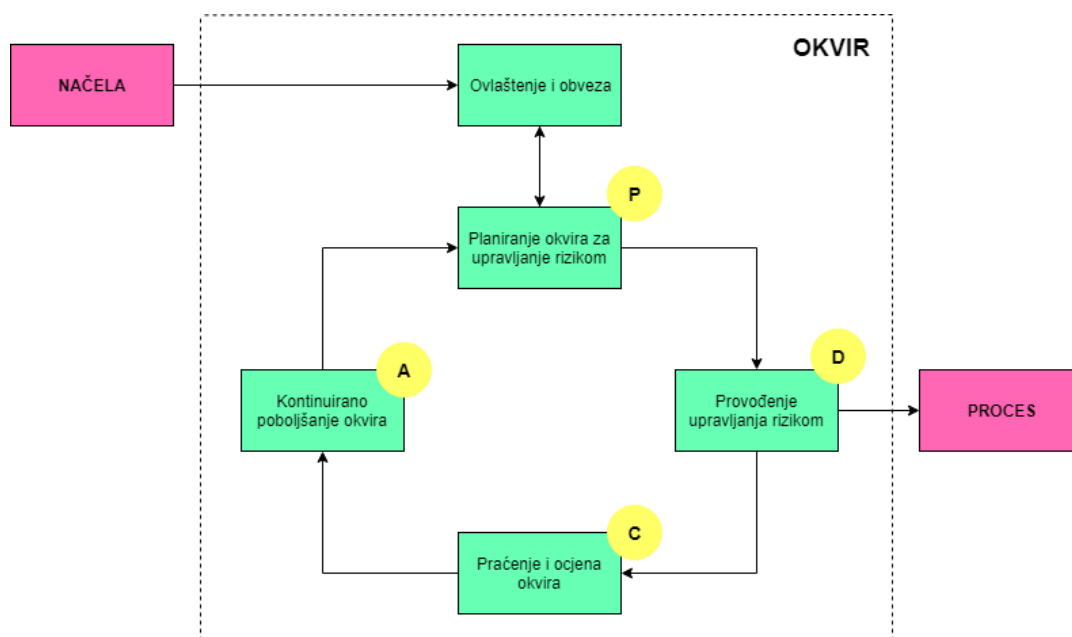
- upravljanje rizicima kontinuirano osjeća i reagira na promjene. Budući da se javljaju vanjska i unutarnja događanja, kontekst i promjene znanja, praćenje i pregled rizika, pojavljuju se novi rizici, neke promjene, a drugi nestaju.

11) Upravljanje rizikom olakšava kontinuirana poboljšanja u poduzeću

- organizacije trebaju razvijati i implementirati strategije za poboljšanje zrelosti upravljanja rizicima uz sve ostale aspekte njihove organizacije.

## 5.2. Okvir norme ISO 31000

Uspjeh upravljanja rizicima ovisit će o učinkovitosti upravljačkog okvira koji pruža temelje i aranžmane koji će ga ugraditi u cijeloj organizaciji na svim razinama.



Slika 4. Okvir norme [3]

Na slici 4 su opisane potrebne sastavnice okvira za upravljanje rizikom i način na koji se one međusobno povezuju na iterativan način. Okvir je zapravo poveznica između načela norme i samog procesa provođenja te pruža povezanost upravljanja rizika i poslovnih procesa.

Prvi korak okvira su ovlaštenje i obveza, točno se određuje tko je odgovoran za provođenje procesa upravljanja rizicima, te se cjelokupno poduzeće obvezuje voditi proces upravljanja rizicima po izrađenim planovima. Uprava (vodstvo) poduzeća daje u tom procesu podršku i sve potrebne resurse za provođenje procesa, osim ako ti procesi nisu u sukobu s redovitim poslovnim procesima.

Idući je korak planiranje okvira za upravljanje rizikom. Razumjevanje područja unutar kojeg se primjenjuje proces upravljanja rizikom odnosno razumjevanje i uočavanje vanjskih i unutarnjih faktora koji definiraju poduzeće, je od izuzetne važnosti kako bi se moglo nastaviti s procesom. Detaljnim proučavanjem i razumjevanjem područja izrade okvira omogućeno je daljnje slijeđenje procesa. Uspostavlja se politika upravljanja rizicima unutar koje se prikazuju ciljevi i razlozi uvođenja procesa upravljanja kao i sama povezanost ciljeva upravljanja rizikom s globalnim ciljevima poduzeća kao i same metode i resursi koji će biti potrebni za provođenje. Nakon određivanja metode, resurse i ciljeva, odabire se stručan tim koji će razvijati, uvoditi i održavati okvir upravljanja rizikom. Svakom članu stručnog tima se dodjeljuju odgovornosti koje moraju ispuniti uz popratnu analizu performansi koja mjeri uspješnost rada pojedinca, ali i tima i sveukupnog procesa upravljanja rizicima. Potom se proces upravljanja rizicima integrira u organizacijski proces cjelokupnog poduzeća. Proces upravljanja koji nije integriran u proces poslovanja ne daje točne rezultate u minimizaciji i eliminaciji rizika. Lošiji rezultati se javljaju zbog loših odluka uprave koja nije prepoznala važnost upravljanja rizikom, ali i zanemarivanja rizika od strane radnika. Integracija procesa upravljanja ima podjednaku važnost kao i proces razvoja kako ne bi došlo do navedenih negativnih učinaka.

Treći korak unutar okvira je provedba upravljanja rizikom. Provedba se temelji na prethodnom koraku planiranja okvira. Unutar ovog koraka poduzeće mora definirati strategiju kojom će provoditi plan upravljanja rizikom i vremenski rok uvođenja, mora osigurati dovoljno resursa za neometano provođenje plana, te održavati informativne i edukacijske sastanke kako bi se plan mogao ostvariti.

Četvrti korak unutar okvira je praćenje i ocjenjivanje (ispitivanje) okvira. Kako bi proces upravljanja rizikom bio uspješan, on se mora moći analizirati i kvantificirati kako bi se u vremenskim periodima mogli uspoređivati rezultati. Osim usporedbe rezultata, unutar ovog koraka moguće je pronaći nove rizike koje je potrebno prijaviti i izraditi u sljedećoj iteraciji plana novi plan koji će uključivati i novootkrivene rizike.

Zadnji korak okvira je neprekidno poboljšanje okvira. Kao što je ranije navedeno, proces upravljanja rizicima je iterativan proces unutar kojega postoji mogućnost poboljšanja. Nakon prethodna četiri koraka, tim za upravljanje rizicima prikupiti će veliki broj novih informacija koje mogu biti iskorištene u sljedećem planiranju procesa upravljanja.

Nakon što je poduzeće prema vlastitim potrebama izvršilo korake unutar okvira norme, može preći u sljedeću fazu upravljanja rizicima – proces.

Procesi unutar okvira prikazani su Demingovim PDCA (Plan, Do, Check, Act) krugom koji se sastoji od sljedećih cjelina [10]:

- P (eng. *plan*) – planiranje i uspostavljanje ciljeva i procesa nužnih za ostvarivanje rezultata u skladu sa zahtjevima kupca i politikom organizacije,
- D (eng. *do*) – primjena procesa
- C (eng. *check*) – nadziranje i mjerenje procesa i proizvoda s obzirom na postavljenu politiku, ciljeve i zahtjeve,
- A (eng. *act*) – poduzimanje radnji za daljnje poboljšavanje procesa.

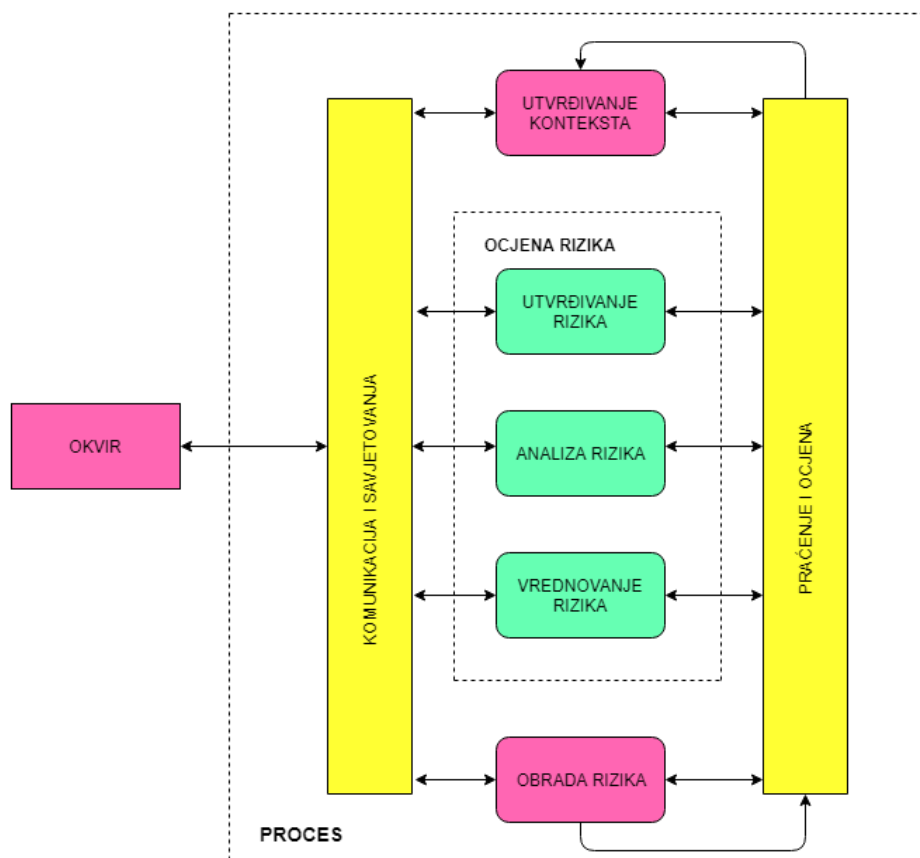
Demingov krug je zapravo opisan u normi ISO 9001 u kojoj je procesni pristup jedno od osnovnih načela upravljanja kvalitetom, te se bazira na pretpostavci da je za učinkovito funkcioniranje poduzeća nužno utvrditi njene međusobno povezane procese kako bi se njima upravljalo na jednostavan, učinkovit i efikasan način.

Okvir pomaže učinkovito upravljanje rizicima kroz primjenu procesa upravljanja rizicima na različitim razinama i unutar specifičnih konteksta organizacije. Okvir osigurava da se informacije o riziku izvedenom iz procesa upravljanja rizikom adekvatno izvješćuju i koriste kao temelj za donošenje odluka i odgovornost na svim relevantnim organizacijskim razinama. Ovaj okvir nije namijenjen propisivanju sustava upravljanja, već pomaže organizaciji da integrira upravljanje rizikom u cjelokupni sustav upravljanja. Stoga organizacije trebaju prilagoditi komponente okvira prema njihovim specifičnim potrebama.

Ako postojeće prakse i procesi upravljanja organizacije uključuju komponente upravljanja rizicima ili ako je organizacija već usvojila formalni proces upravljanja rizikom za određene vrste rizika ili situacije, onda ih treba kritički preispitati i procijeniti prema tom standardu kako bi odredili njihovu adekvatnost i učinkovitost.

### 5.3. Proces norme ISO 31000

Norma ISO 31000:2009 Upravljanje rizicima – Principi i smjernice, detaljno opisuje sistematičan i logičan proces upravljanja rizicima. Proces upravljanja rizicima trebao bi biti integralni dio upravljanja koji je ugrađen u kulturu i praksu i prilagođen poslovnim procesima organizacije. Dijagram procesa norme ISO 31000 prikazaju se sljedećim blok dijagramom:



Slika 5. Shema procesa norme [3]

Jasno je s slike 5 da svaki dio procesa mora dobro funkcionirati kao dio cjeline kako bi proces bio uspješan. U nastavku je dan opis svakog dijela procesa norme prikazanog na slici:

**Komunikacija i savjetovanja** s vanjskim i unutarnjim sudionicima trebaju se odvijati tijekom svih faza procesa upravljanja rizikom. Planovi komunikacije i savjetovanja trebaju biti razvijeni u ranim fazama. Trebaju se odnositi na rizik kao takav, njegove uzroke i posljedice, ako su poznate, te koje su poduzete mjere za rješavanje rizika. Efikasna komunikacija i konzultacije su potrebne kako bi se osiguralo da oni koji su odgovorni za provođenje procesa upravljanja rizikom razumiju osnove na kojima se donose odluke, te zašto su pojedine radnje potrebne. Konzultativni timski pristup može:

- pomoći uspostaviti kontekst na odgovarajući način
- osigurati razumijevanje i razmatranje interesa dionika
- osigurati da se rizik adekvatno identificira
- donijeti različita područja eksperimenta zajedno za analizu rizika
- osigurati da se različiti pogledi na odgovarajući način uzmu u obzir kod definiranja kriterija rizika i pri procjeni rizika
- sigurnu potvrdu i podršku za plan liječenja
- unaprijediti odgovarajuće upravljanje promjenama tijekom procesa upravljanja rizicima
- izraditi odgovarajući vanjski i unutarnji plan komunikacije i savjetovanja

**Utvrđivanje konteksta** omogućuje poduzeću da oformi jasne ciljeve, definira vanjske i unutarnje parametre koje je potrebno uzeti u obzir pri upravljanju rizikom i postaviti opseg i kriterije rizika za preostali proces. Dok većina parametara je slična onima u dizajnu okvira upravljanja rizikom prikazanom na Slika 4, pri utvrđivanju konteksta procesa upravljanja rizikom, moraju se u obzir uzeti više detalja, pogotovo kako se odnose na opseg pojedinog procesa upravljanja rizicima. Treba utvrditi ciljeve, strategije, opseg i parametre aktivnosti organizacije ili onih dijelova organizacije u kojima se provodi proces upravljanja rizikom. Upravljanje rizikom treba poduzeti uz puno razmatranje potrebe za opravdanjem sredstava koja se koriste za obavljanje upravljanja rizicima. Također, potrebno je navesti potrebne resurse, odgovornosti i ovlasti, kao i zapise koji se detaljno vode.

Glavne dvije točke koje potrebno zapamtiti u utvrđivanju konteksta:

- utvrđivanje eksternog, internog i konteksta upravljanja rizikom u kojem će se odvijati ostatak procesa,
- utvrditi kriterije prema kojima će se procjenjivati rizik i definirati struktura analize.

Sljedeće tri točke se odnose na ocjenu rizika:

**Utvrđivanje (identifikacija) rizika**- gdje, kada, zašto i kako bi događaji mogli spriječiti, umanjiti, odložiti ili povećati postizanje ciljeva. Poduzeće mora identificirati izvore rizika, područje utjecaja te događaje i njihove posljedice. Cilj ovog koraka je stvoriti opsežnu listu rizika baziranu na događajima koji mogu stvoriti, osnažiti, zaštititi, ubrzati ili odgoditi postizanje ciljeva. Izuzetno je bitno identificirati rizike koji dovode do odmicanja od cilja. Opsežna identifikacija je kritična jer rizik koji nije identificiran u ovom koraku neće biti uključen u daljnu analizu. Identifikacija treba uključivati rizike bez obzira dali je njihov izvor pod

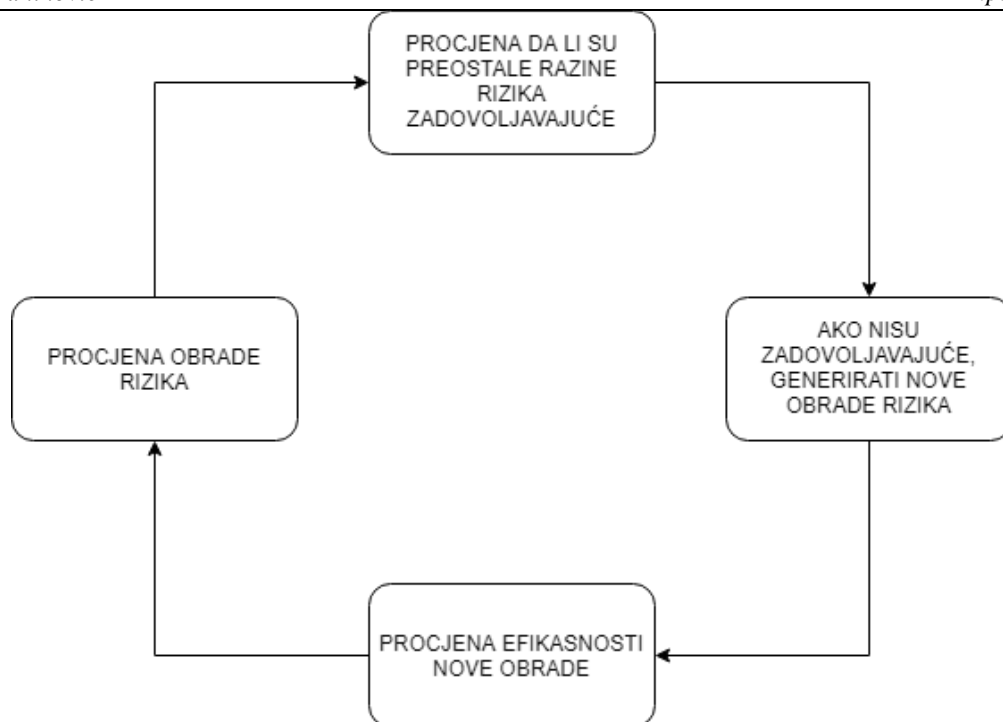


utjecajem poduzeća neovisno da li je očit ili ne. Ovaj korak također mora uključivati široki raspon posljedica iz raznih uzroka. Svi značajni uzroci i posljedice moraju se uzeti u razmatranje.

**Analiza rizika** uključuje razvoj razumjevanja rizika. Analiza rizika pruža uvid u evaluaciju rizika te odluku da li je rizik potrebno rješavati, te koje su najbolje strategije i metode za njegovo uklanjanje. Analiza rizika može također pružiti ulogu u donošenju odluka u kojima treba napraviti izbore, a opcije uključuju različite vrste i razine rizika. Analiza rizika uključuje razmatranje uzroka i izvora rizika, njihove pozitivne i negativne posljedice i vjerojatnost utvrđivanja. Rizik se analizira određivanjem posljedica i njihove vjerojatnosti, kao i drugim atributima rizika. Događaj može imati više posljedica i može imati više ciljeva. Također treba uzeti u obzir postojeće kontrole i njihove učinkovitost. Analiza rizika može se provesti s različitim stupnjevima pojedinosti, ovisno o riziku, svrsi analize i dostupnim informacijama, podacima i resursima. Analiza može biti kvalitativna, polukvantitativna ili kvantitativna, ili njihova kombinacija, ovisno o okolnostima. Posljedice i njihova vjerojatnost mogu se odrediti modeliranjem ishoda događaja ili skup događaja, ili ekstrapolacijom iz eksperimentalnih studija ili iz dostupnih podataka. Posljedice se mogu izraziti u smislu materijalnih i nematerijalnih utjecaja. U nekim slučajevima potrebno je više od jedne numeričke vrijednosti ili deskriptora za određivanje posljedica i njihove vjerojatnosti za različita vremena, mjesta, skupine ili situacije.

**Vrednovanje (procjena) rizika** ima svrhu podrške u donošenju odluka temeljenima na ishodu analize rizika, o tome koji rizici trebaju obradu, te na koji način se implementira to rješenje. Evaluacija rizika uključuje usporedbu razine rizika otkrivenu za vrijeme analize s kriterijem rizika ustanovljenim kada je postavljen kontekst. Na temelju ove usporedbe, moguće je ustanoviti da li je potrebna daljnja obrada. Same odluke bi u obzir trebale uzeti širi kontekst rizika i uključiti razmatranje tolerancije rizika koje snose kupci, a ne poduzeće koje ima koristi od rizika. Odluke je potrebno donijeti u skladu s pravnim, regulatornim i drugim zahtjevima.

**Obrada rizika** uključuje odabir jedne ili više opcija modifikacije rizika te implementaciju tih opcija. Jednom kada su implementirani, postupci obrade omogućuju modifikaciju kontrola. Obrada rizika je kružni proces koji se sastoji od četiri radnje prikazane na slici 6.



Slika 6. Obrada rizika

Opcije obrade rizika nisu međusobno isključive ili primjenjive jednako u svim okolnostima.

Opcije mogu uključivati:

- a) izbjegavanje rizika na način da se ne započinje ili ne nastavlja aktivnost koja povećava rizik
- b) preuzimanje ili povećanje rizika u svrhu ostvarenja prilike
- c) uklanjanje izvora rizika
- d) promjena vjerojatnosti
- e) promjena posljedica
- f) dijeljenje rizika s drugom stranom ili stranama pomoću ugovora ili rizika financiranja
- g) zadržavanje rizika kao informirana odluka

**Praćenje i ocjena**- neophodno je pratiti učinkovitost svih koraka procesa upravljanja rizikom,

- važno je za neprekidno poboljšavanje,

- potrebno je pratiti rizike i učinkovitost mjera obrade kako bi se osiguralo da promjena uvjeta ne mijenja prioritete.

Proces upravljanja rizikom bi trebao biti ugrađen u svaku praksu i proces poslovanja poduzeća na relevantan, efikasan i učinkovit način. Proces upravljanja rizikom mora biti povezan s organizacijskim procesima. Od izuzetne je važnosti da je ugrađen u način razvoja, poslovanja i strategije planiranja i pregleda i promjena upravljačkih procesa.

## 6. FMEA ANALIZA

FMEA (eng. Failure Mode and Effects Analysis) analiza [5] je metoda preventivnog upravljanja kvalitetom te kao takva omogućuje analizu vjerojatnosti nastanka grešaka i utjecaj grešaka u ranim fazama razvoja proizvodnog procesa. Time su omogućena rana poboljšanja. Cilj FMEA analize je identifikacija, prevencija i eliminacija grešaka koje dovode do neravnoteže u sustavu s konačnim ciljem povećanja zadovoljstva korisnika. Učestala primjena i popularnost ove metode je u jednostavnoj primjeni i adaptivnosti na svim područjima promatranja problematike. Također samu potrebu za ovakvom vrstom analize uočile su i razne međunarodne organizacije koje propisuju standarde kvalitete. Adaptivnost metode je u mogućnosti prilagodbe tablica za procjenu važnosti, vjerojatnosti pojavljivanja i otkrivanja gdje se karakteriziraju intervali kritičnosti potencijalne pogreške i posljedica koje ona može stvoriti ako se pojavi. Sama učinkovitost je u identifikaciji korektivnih mjera potrebnih da se spriječe propusti te osiguravanje što više profita uz popratnu bolju kvalitetu i veću pouzdanost.

Počeci primjene su u pedesetim godinama prošlog stoljeća kada je to bila jedna od najranijih metoda strukturiranog poboljšanja pouzdanosti. Danas se FMEA analiza koristi kao integrirani proces unutar metodologije Six Sigma- još od devedesetih godina kada je uvedena kao alat u metodologiji- te se primjenjuje u mnogim poduzećima i ustanovama koje moraju garantirati visoku razinu pouzdanosti procesa.

Analiza načina i utjecaja grešaka je vrlo široko područje analize sustava. Jednostavno, analiza učinaka kvarova je organizirana i logična studija o tome kako sustav reagira na kvarove. Zbog raznolikosti sustava i raspona rezultata koji se mogu dobiti, razvijene su razne tehnike za analizu neuspjeha. Konačno, analiza učinaka neuspjeha je alat za dizajn koji ukazuje na snage i slabosti u dizajnu sustava i pružanju informacija za povezane analize održivosti, testabilnosti, logistike, predviđanja pouzdanosti i sigurnosti.

## 6.1. Povijesni razvoj

Prema [6] FMEA analizu je počela razvijati američka vojska krajem 1940.-ih godina. Povod razvoja ovakve analize bio je proizvodnja streljiva točnije loše funkcioniranje proizvodnje te su FMEA analizom željeli riješiti probleme u korijenu te sve negativne potencijalne uzorke. Brzo poslije počela je i NASA primjenjivati i dalje razvijati [7] Sve je bolje bila formalizirana i definirana te se počela primjenjivati i u avionskoj i cijeloj vojnoj industriji. Iz tog razloga postaje alat za upravljanje kvalitetom, te nadalje u devedesetim godinama alat Six Sigma metodologije.

## 6.2. Karakteristike i područja primjene

Kako je ranije definirano u tekstu, FMEA je metoda koja pokušava predvidjeti što može poći po zlu te traži rješenja svakog mogućeg neuspjeha koji se može pojaviti. Iz tog razloga potrebno ju je početi primjenjivati što ranije u proizvodnom procesu iako nisu dani podaci ili sve informacije provjerene ili poznate. Prema [7] FMEA daje popis potencijalnih kvarova i identificira ozbiljnost njihovih utjecaja te određuje prioritet akcije ispravaka. Dugoročno, FMEA razvija kriterij za planiranje testiranja sustava, osigurava dokumentaciju za buduće analize pouzdanosti u slučaju izmjene dizajna sustava, osigurava osnovu za planiranje održavanja, osigurava osnovu za kvalitativnu i kvantitativnu analizu pouzdanosti sustava.

Načini neuspjeha su načini na koji proces može uspjati. Učinci kvarova su ti koji mogu dovesti do gubitka, nedostataka ili štetnih posljedica za kupca. FMEA nije zamjena za dobar inženjerski proračun, već ga poboljšava primjenom znanja i iskustva tima koji je zadužen za provođenje FMEA kako bi pregledao napredak dizajna proizvoda ili procesa procjenom rizika neuspjeha. Postoji nekoliko vrsta FMEA, te se neke koriste mnogo češće od drugih. FMEA analizu je potrebno provesti kad god bi kvar značio potencijalnu štetu ili ozlijeđu korisnika proizvoda.

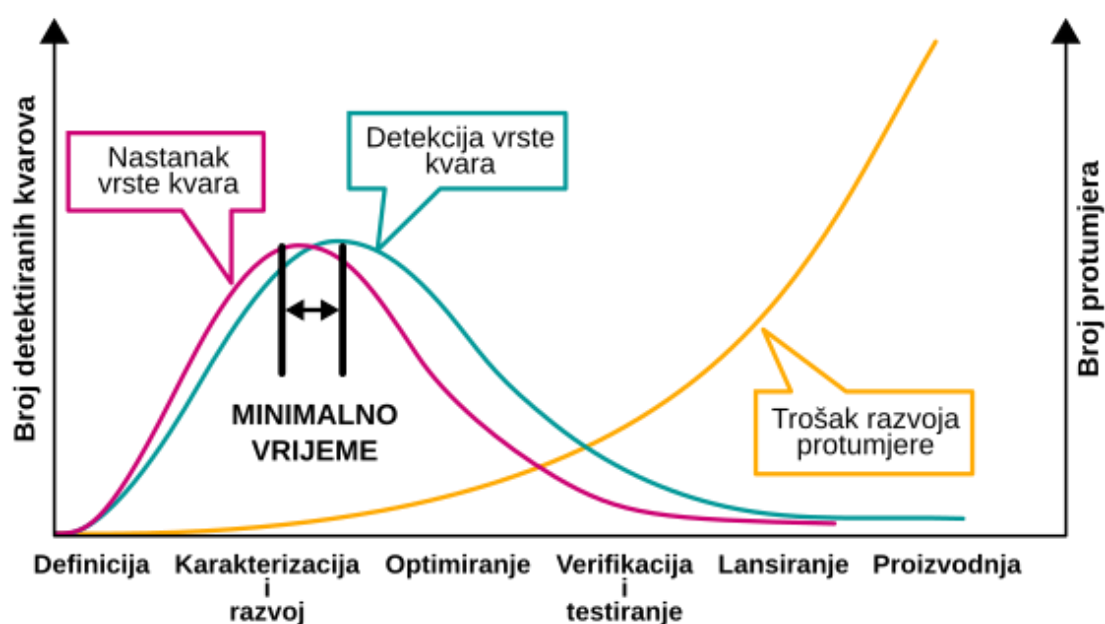
Postoji 5 kategorija FMEA prema [9], a to su

- FMEA sustava- orijentirana na globalne funkcije
- FMEA projekta- orijentirana na elemente i podsustave
- FMEA procesa- orijentirana na procese proizvodnje i montaže
- FMEA usluge- orijentirana na uslužne funkcije
- FMEA software- orijentirana na funkcije softwarea.

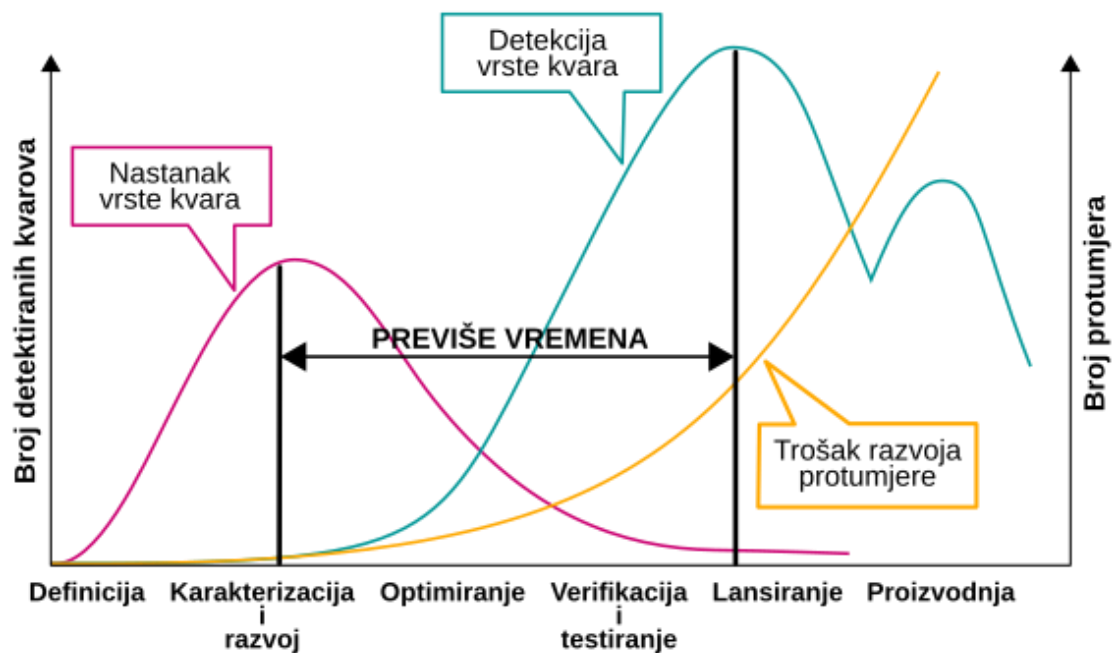
Povijesno gledajući, što se ranije otkrije kvar odnosno neuspjeh u poslovanju to je jeftinije ga popraviti. Ako se otkrije kasno u razvoju ili isporuci proizvoda učinci ostaju stalniji i teže ih je ispraviti. FMEA je jedan od mnogih alata za otkrivanje neuspjeha na najranijoj mogućoj točki u dizajnu proizvoda ili procesa. Otkrivanje neuspjeha u ranom razvoju proizvoda pomoću FMEA ima prednosti [12]:

- više izbora za ublažavanje rizika
- veća sposobnost provjere i provjera valjanosti promjena
- suradnja između dizajna proizvoda i procesa
- poboljšani dizajn za proizvodnju i montažu
- rješenja nižih troškova
- korištenje standardnog rada

U konačnici, ova metodologija je učinkovita u prepoznavanju i ispravljanju neuspjeha procesa, kako bi se izbjegle neugodne posljedice loše izvedbe. Na iduće dvije slike- slika 7 i slika 8, je prikazana razlika između ranog i kasnog otkrivanja kvarova.



Slika 7. Rano otkrivanje kvara [12]



Slika 8. Prekasno otkrivanje kvara [12]

Ako se promotre gornje dvije slike, potrebno je uočiti kako je za razliku od ranog otkrivanja kvara, kod kasnog došlo do porasta utroška resursa za protumjere, potrošeno više vremena, te se kao nuspojava javilo mnogo više kvarova nego da se pravovremeno uočilo pogreške. Zaključak je da ako se želi zaštititi poduzeće od nepotrebnih troškova i rizika, važno je uložiti pravovremeno resurse i vrijeme da se odrede mogući rizici.

### 6.3. Ograničenja

Bez obzira što se radi o jednostavnoj metodi koja omogućuje timovima jednostavno određivanje prioriteta prema najvećem prioritetnom broju, to ne mora nužno značiti da se radi o efektivnoj metodi koja u obzir uzima današnje visoke standarde. FMEA kao i svi ostali procesi je sklona zakazivanju ako nisu prepoznate slabosti i nadopunjene sa drugim aktivnostima, poput strateške zaštite od pogreške, što se primjenjuje u automobilske industriji.

Glavna ograničenja FMEA analize su:

1. Pristranost tj., subjektivnost prema ocjeni rizika. Jednostavan primjer za razumijeti preuzet s [13] : u poduzeću se proizvode industrijska napajanja te u sklopu FMEA analize uočen je problem otkaza rada kod regulatora napona VR1. Ozbiljnost je ocijenjena s 10, što znači da u slučaju da dođe do kvara može ozbiljno ozlijediti korisnika. Nadalje, u sklopu iste analize vjerojatnosti pojave je dodijeljena ocjena 1, što znači da se jako rijetko događa. Uočavanje je također ocijenjeno s 1 jer je lako

uočljivo i jednostavno za zaustaviti. Bez obzira na druge dvije ocjene, zbog ozbiljnosti ocjenjene s 10 nije moguće izvesti nikakva poboljšanja na tom djelu.

2. Problem opsega. Jednom kad su ozbiljni problemi razriješeni, kako je moguće odrediti gdje je granica između potporcesa i komponenti. Jasno je da za većinu poduzeća provođenje 'što ako?' analize nije jednostavno izvedivo. Neispravnosti koje se javljaju u proizvodnji prepuštaju se tehničarima da ih razriješe i prikuplja se baza podataka grešaka s opisima problema. Ozbiljne probleme je potrebno ubaciti u FMEA tablicu, ali jednostavne greške i pitanja koje povlače samo bi zagušile i bespotrebno produljile listu, dok se stvarni problemi trebaju rješavati.

Preostala ograničenja:

- Kontinuirano rastući popis svih mogućih grešaka
- FMEA je kvalitetna koliko su i članovi tima
- Ako se FMEA analiza nije počela primjenjivati u procesu dizajna, djelotvornost je smanjena
- Iskusni operateri moraju biti dio FMEA tima
- Detaljna analiza je izuzetno važna
- Senzori za detekciju problema moraju biti pravilno testirani inače neće moći uočiti sve probleme
- FMEA je alat za procjenu, a ne eliminaciju problema.

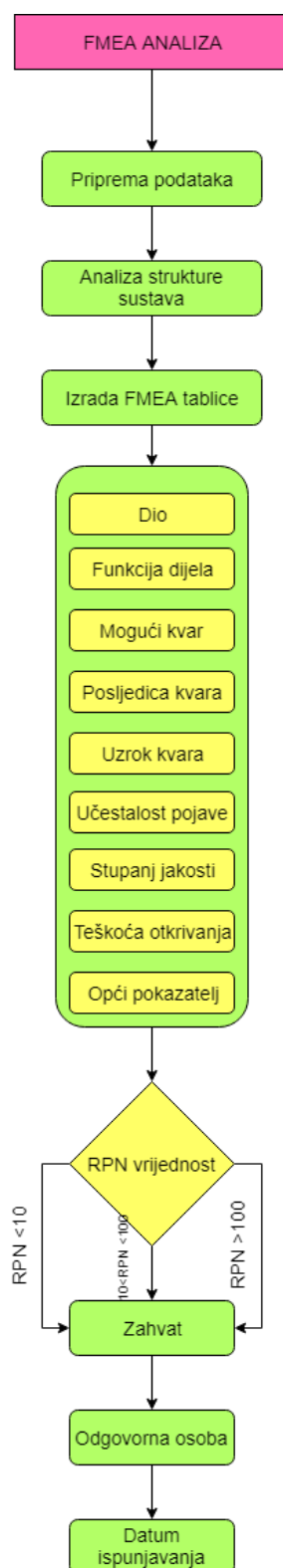
## 6.4. Koraci FMEA analize

Sam proces FMEA analize se provodi korak po korak kako bi se izgradila stabilna struktura za daljnji rad. Na različitim izvorima moguće je pronaći poneke varijacije na točan redosljed ili opis koraka uvođenja tj. provođenja FMEA analize, a u ovom radu će se detaljno objasniti koraci iz izvora [14]. 10 koraka od kojih se sastoji analiza su:

1. Pregled procesa
  - Koristiti procesni dijagram kako bi se opisala svaka komponenta procesa
  - Navesti svaku procesnu komponentu u FMEA tablici
  - Smanjiti opseg analize na manje lakše opisive djelove
2. Razmišljanje o mogućim kvarovima
  - Pregled postojeće dokumentacije i podataka kako bi se uočile naznake mogućih kvarova

- 
- Popis mora biti iscrpan; kasnije ga je moguće smanjiti i upariti ako je potrebno
  - Vjerojatno postoji nekoliko potencijalnih kvarova za svaku komponentu
3. Popis potencijalnih posljedica svakog mogućeg kvara
    - Učinak je posljedica kvara na krajnom proizvodu ili na kasnijim koracima u procesu
    - Postojati će više od jedne posljedice svakog kvara
  4. Dodjela ocjena ozbiljnosti
    - Prema težinama posljedica kvara
  5. Identifikacija potencijalnih uzroka kvara
  6. Dodjela ocjena pojave
    - Ocjena težine svake posljedice pomoću prilagođene skale za usporedbu
  7. Identifikacija trenutnih mogućnosti detekcije kvara
  8. Procjena mogućnosti detekcije kvara
    - Koje su šanse da će se kvar uočiti prije njegove pojave
  9. Izračun RPN
    - $\text{Ozbiljnost} \times \text{pojava} \times \text{detekcija} = \text{RPN}$  (eng. Risk Priority Number)
  10. Za potencijalne kvarove s najvišim RPN-om osmisliti plan smirivanja
    - Odlučiti na kojem će se kvaru raditi prema RPN-u. Potrebno se fokusirati na najviše RPN-ove
    - Dodjela uloga i vremena koje imaju za završiti svoje zadatke
  11. Poduzimanje akcije
    - Implementacija poboljšanja identificiranih FMEA analizom
  12. Ponovni izračun RPN-a kako bi se potvrdilo da je rizik umanjen
    - Ponovna procjena svakog potencijalnog kvara nakon uvođenja poboljšanja
- Korake FMEA analize je moguće prikazati na dijagramu toka na slici 9.



**Slika 9. Koraci FMEA analize**

**Tablica 5. Općenita tablica za FMEA analizu**

DIO	FUNKCIJA DIJELA	MOGUĆI KVAR	POSLEDICA KVARA	UZROK KVARA	PROCJENA RIZIKA				ZAHVAT	ODGOVORNA OSOBA	DATUM
					UČESTALOST POJAVE KVARA	STUPANJ JAKOSTI	TEŠKOĆA OTKRIVANJA	OPĆI POKAZATELJI RIZIKA			

U Tablica 5 su dana polja za procjenu i analizu rizika. Tablica omogućuje sistematičan i jednostavan prikaz svih dijelova i njihovih funkcija te koji se kvarovi i njihove posljedice mogu pojaviti. Također postoji dio od nekoliko polja za procijenu rizika, a u konačnici se upisuje koji zahvati moraju poduzeti odgovorne osobe i do kojeg datuma moraju provesti kako bi bili umanjnjeni rizici. Ocjene procijena rizika dodjeljuju stručnjaci iz područja na koji se odnosi dio, a ocijene su pojašnjene prema [15]:

a. Stupanj jakosti greške (kvara)

- i. 1 – Jako mala vjerojatnost da će neznatna greška izazvati bilo kakvu zamjetnu posljedicu na svojstva sustava
- ii. 2-3 – Nizak stupanj jakosti prouzrokuje malu smetnju; korisnik će vjerojatno primjetiti samo malu degradaciju svojstava sustava ili podsustava
- iii. 4-5-6 – Osrednja jakost greške koja prouzrokuje određeno nezadovoljstvo kupaca
- iv. 7-8-9 – Visoka razina nezadovoljstva korisnika uslijed prirode greške kao što je nemogućnost rada sustava ili pad sustava
- v. 10 – Izuzetno visok stupanj jakosti, kada greška uključuje potencijalne posljedice vezane za sigurnost

b. Učestalost pojave greške (kvara)

- i. 1 – Jako mala je učestalost pojave greške
- ii. 2-3 – Mala učestalost pojave greške
- iii. 4-5-6 – Osrednja učestalost pojave greške
- iv. 7-8-9 – Visoka učestalost pojave greške (proces koji često zataji)

---

v. 10 – Izuzetno visoka učestalost pojave greške (skoro je siguno pojava greške)

c. Teškoća otkrivanja greške (uočljivost)

- i. 1 – Veoma uočljiva greška, bez detaljnog pregleda
- ii. 2-3 – Mala je vjerojatnost da se greška neće primjetiti
- iii. 4-5-6 – Osrednja vjerojatnost da se greška neće primjetiti
- iv. 7-8-9 – Velika je vjerojatnost da se greška neće primjetiti
- v. 10 – Izuzetno velika vjerojatnost da se greška neće primjetiti

d. Opći pokazatelj rizika RPN (eng. *Risk Priority Number*)

- i.  $RPN > 100$  – Rizik se smatra značajnim
- ii.  $10 < RPN < 100$  – Rizik se smatra manje značajnim
- iii.  $RPN < 10$  – Rizik se smatra beznačajnim

Kada se ispune sva polja za određivanje RPN-a ispunjava se polje u kojem se predlaže zahvat, preporuka ili korekcija za određeni element sustava. Također bitno je odgovorna osoba za poduzimanje zahvata i do kojeg se datuma mora izvršiti zahvat. Tablica potom posjeduje sve informacije o rizicima u sustavu te zahvatima koji su provedeni nad njim kako bi se rizici umanjili. Po izvršetku zahvata, ponovno se popunjava FMEA tablica da se lakše usporede unaprijeđenja koja su postignuta. FMEA tablice popunjavaju stručni voditelji ovisno o kojem se odjelu radi ( održavanje, proizvodnja, energetika, sigurnost na radu).

## 7. PRAKTIČNI DIO RADA U PODUZEĆU

Kako bi se primjenila sva prethodna stečena znanja iz procjene, analize i upravljanja rizikom te prikazalo skupno na stvarnom primjeru, uzet je primjer poslovanja i procesa proizvodnje AD Plastik. Poduzeće je odabrano jer svakodnevno se susreću s raznim rizicima u poslovanju, proizvodnji, od zastoja pogona do odlaska radnika. FMEA tablica je popunjena nakon analize podataka dobivenih od strane poduzeća AD Plastik zajedno s koordinatorom tehničkih poslova Zdravkom Šakoronjom vezano za zastoj strojeva u pogonu Zagreb1 za injekcijsko prešanje, lakirnice, te potrošnje energenata (plina, vode i struje), te okolišnih rizika koji se pojavljuju u poslovanju.

### 7.1. O poduzeću

Dioničko društvo [16] AD Plastik najveći je hrvatski proizvođač plastičnih dijelova za automobilsku industriju. Društvo je nastalo 1992. godine izdvajanjem iz bivše Jugoplastike, te se 1996. godine oblikovalo kao dioničko društvo, pod današnjim imenom. Privatizirano je 2001. godine, na bazi tzv. programa radničkog dioničarstva, koji je uspješno realiziran, stoga su djelatnici AD Plastik-a danas vlasnici skoro jedne petine dionica svoje kompanije. Vizija poduzeća je biti tržišni lider u razvoju i proizvodnji plastičnih proizvoda u istočnoj Europi, pri tome ostvarujući prepoznatljivu ulogu u globalnoj industriji razvoja i proizvodnje plastičnih komponenti za automobile. Kontinuiranim unapređenjem u području istraživanja i razvoja proizvodnih procesa, uz inovativna idejna rješenja, kupcu se želi osigurati uslugu kojom se doprinosi kvaliteti njegovog kompletnog proizvoda. Kako je prikazano na slici 10 AD Plastik osim svojih pogona u Hrvatskoj koji se nalaze u Zagrebu i Solinu, ima pogone u Rusiji, Srbiji i Rumunjskoj. Geografski su pogoni pozicionirani tako da je transport lako moguć i cestovnim i željezničkim prometom. Većinu gotovih proizvoda kupcu, ali i poluproizvoda između svojih pogona prevoze šleperima.



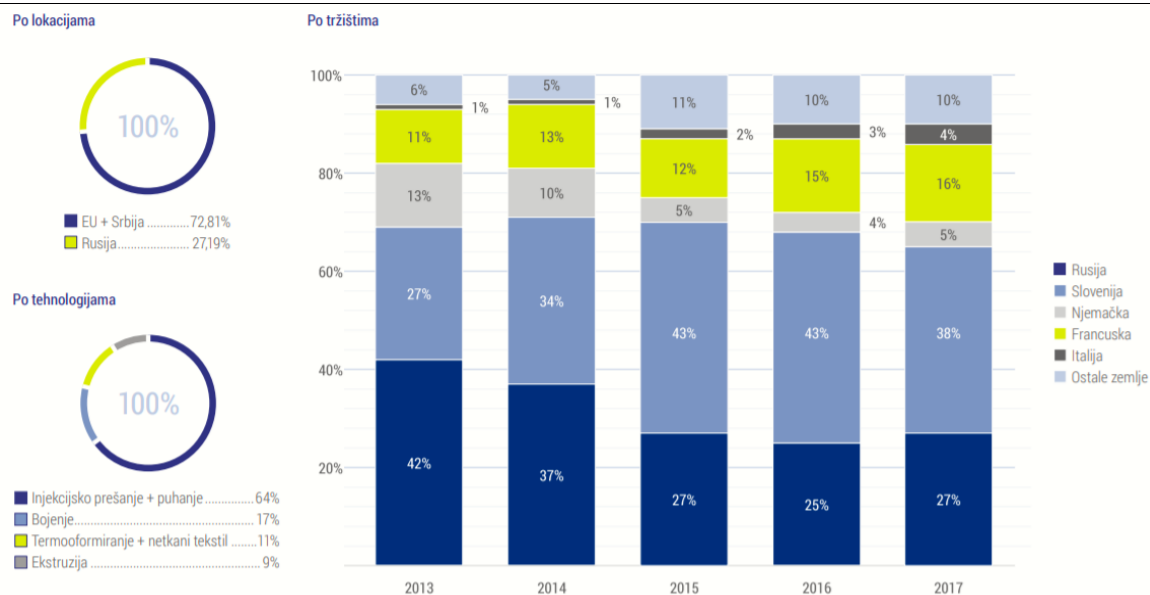
Slika 10. Geografski raspored postrojenja [16]

Sa svojim sjedištem u Solinu, te dva pogona u Zagrebu, samo u Hrvatskoj poduzeće zapošljava oko 1200 radnika. Kako svake godine započinju novi projekti, planski se i povećava broj radnika i širi proizvodnja. Na slici 11 su prikazane koje tehnologije i za koje dijelove primjenjuju u pojedinim postrojenjima.



Slika 11. Raspored tehnologija i postotak proizvoda koji se rade tim tehnologijama [16]

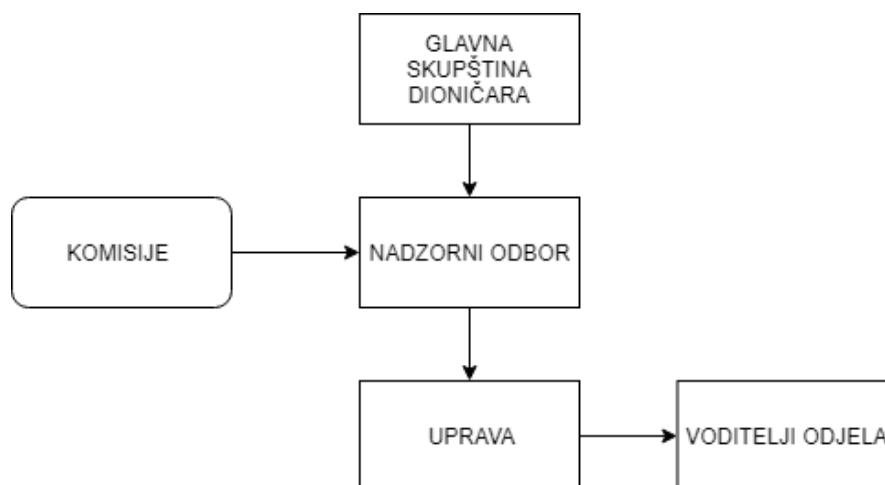
Lako je uočljivo da glavninu prihoda ostvaruju od injekcijskog puhanja i to čak 61% što čini tri petine ukupnog poslovanja. Na slici 12 je prikazana detaljna podijela prihoda po lokacijama, tehnologijama i tržištima.



**Slika 12. Pregled prihoda od prodaje po tehnologijama i lokacijama [16]**

Iz slike 12 jasno je da većinu prihoda od prodaje se ostvaruje u Europskoj uniji, a preostalo u Rusiji. Najveći kupci su u Sloveniji i Rusiji, potom Francuzi.

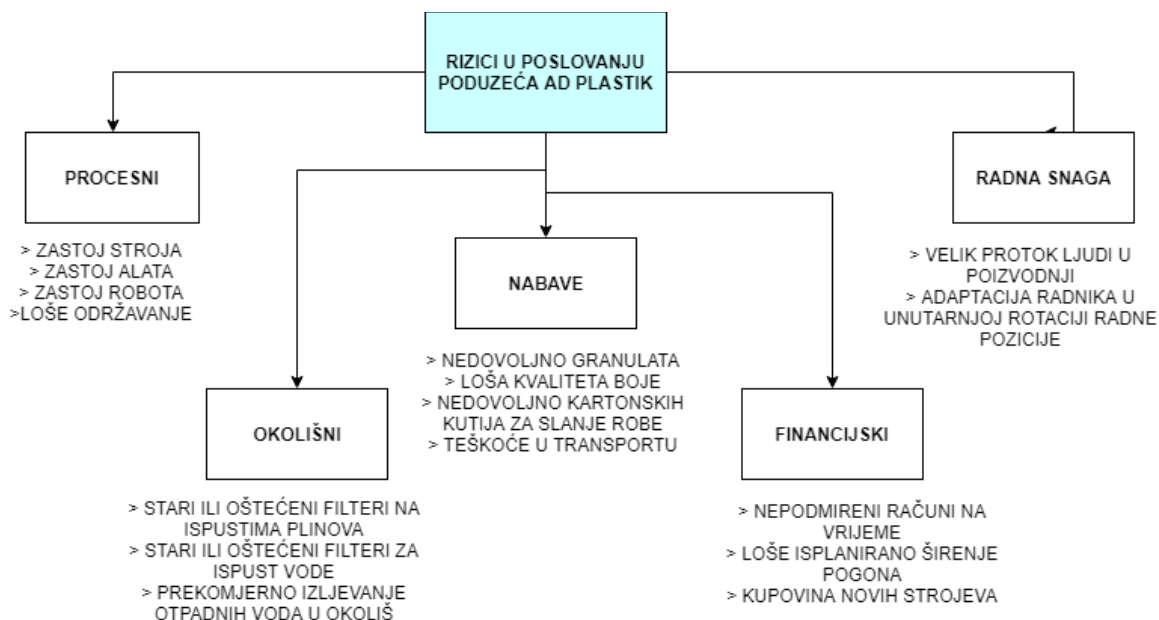
Organizacijska struktura poduzeća je sastavljena od glavne skupštine dioničara, nadzornog odbora, komisije koja nadgleda rad nadzornog odbora te uprave kojoj odgovaraju voditelji odjela.



**Slika 13. Organizacijska struktura**

## 7.2. Klasifikacija rizika u poduzeću

Kako postoji opsežan broj svakodnevnih problema s kojima se susreću u poslovanju te potrebe za njihovim rješavanjem, dobro je razdijeliti rizike u skupine radi lakše daljnje analize. Na slici 14 nalazi se prikaz klasifikacije rizika u 5 skupina, a u nastavku rada će detaljnije biti objašnjena svaka skupina.



**Slika 14. Klasifikacija rizika u poslovanju**

Rizici su klasificirani u 5 skupina prema zajedničkim atributima na što točno utječu u poslovanju. Redom skupine rizika su:

- Procesni- rizici koji se direktno odnose na samu proizvodnju te koji se pojavljuju u radu. Glavni rizici su zastoj alata, zastoj stroja, zastoj naprave, zastoj robota, loše održavanje, nekvalitetna sirovina ili poluproizvod za daljnu obradu.
- Okolišni- svi oni faktori koji negativno utječu na okoliš, poput starih ili oštećenih filtera na ispustu plinova ili voda, prekomjerno izlivanje otpadnih tekućih voda u okoliš ili kanalizaciju, niska razina zaštite od požara.
- Rizici procesa nabave- prekasno izdavanje naloga za nabavu ili loša kvaliteta nabavljenih sirovina ili poluproizvoda znatno utječe na kvalitetu proizvoda koji se isporučuje kupcu. Neki od rizika u ovom području su: nedovoljno kartonskih kutija za slanje robe, teškoće u transportu, premala količina naručenog granulata za injekcijsko prešanje, loša kvaliteta temeljne boje ili boje za nanošenje na proizvode.

- Financijski- osim nepodmirenih računa od strane poduzeća, mogući su i neki teži financijski rizici kao loše planirano proširenje proizvodnje, prihvaćanje poslova s lošom financijskom kalkulacijom, kupovina novih strojeva ili nabava novog alata.
- Rizik vezan uz radnu snagu- kao i u drugim poduzećima sličnih djelatnosti, ulaskom Hrvatske u EU suočeni su s velikom fluktuacijom radnika. Također, kako je politika da se prvo pokuša radnike koji već rade u poduzeću obučiti za rad na drugom radnom mjestu gdje se otvorila potreba, moguća je pojava da se radnik ne može adaptirati na novo radno mjesto ili da se jednostavno ne osjeća sigurno kao na prijašnjem.



### 7.3. Odabir metode za analizu rizika prema ISO 31010

ISO 31010 je norma koja pruža potporu ISO 31000 pri upravljanju rizikom. Podupire ju na nači da olakšava izbor alata i sistematizacije metoda procijene rizika. Rizik je moguće procijeniti raznim alatima i metodama. Kada se provodi procijena rizika u skladu s ovom normom doprinosi se aktivnostima upravljanja rizikom. Jednako kao i ISO 31000 ovaj standard nije namjenjen za certifikaciju, zakonodavstvenu ni obvezatnu uporabu. Svrha procjene rizika je pružiti informacije i analize temeljene na dokazima kako bi se donosile informirane odluke o tome kako postupati s određenim rizicima i kako odabrati adekvatan alat za analizu prikazan u tablici 6.

**Tablica 6. Primjenjivost alata za analizu rizika [17]**

Alati i tehnike	Proces procjene rizika				
	Identifikacija rizika	Analiza rizika			Evaluacija rizika
		Posljedice	Vjerojatnost	Razina rizika	
Brainstorming	++				
Structured or semistructured	++				
Delphi	++				
Check-lists	++				
Primary hazard analysis	++				
Hazard Analysis and	++	++	+	+	+
Environmental risk assessment	++	++	++	++	++
Structure « What if? » (SWIFT)	++	++	++	++	++
Scenario analysis	++	++	+	+	+
Business impact analysis	+	++	+	+	+
Root cause analysis		++	++	++	++
Failure mode effect analysis	++	++	++	++	++
Fault tree analysis	+		++	+	+
Event tree analysis	+	++	+	+	
Cause and consequence analysis	+	++	++	+	+
Cause-and-effect analysis	++	++			
Layer protection analysis (LOPA)	+	++	+	+	
Decision tree		++	++	+	+
Human reliability analysis	++	++	++	++	+
Bow tie analysis		+	++	++	+
Reliability centred maintenance	++	++	++	++	++
Sneak circuit analysis	+				
Markov analysis	+	++			
Monte Carlo simulation					++

Bayesian statistics and Bayes Nets		++			++
FN curves	+	++	++	+	++
Risk indices	+	++	++	+	++
Consequence/probability matrix	++	++	++	++	+
Cost/benefit analysis	+	++	+	+	+
Multi-criteria decision analysis	+	++	+	++	+
<div style="text-align: right;"> + – može se koristiti  ++ – preporučeno  Prazno polje – nije primjenjivo </div>					

Kako je naznačeno u tablici 6 odabrana je metoda FMEA zbog svoje odlične primjenjivosti u svim kategorijama od identifikacije rizika, analize posljedica, vjerojatnosti i razine rizika kao dio analize rizika te same evaluacije rizika. Vidljivo je iz tablice također da i neki drugi alati također imaju visoku razinu primjenjivosti u svim segmentima, ali zbog široke primjene FMEA analize u struci ipak je odlučeno da je ovo najbolji alat za procjenu rizika.

## 7.4. FMEA analiza brizgalice za injekcijsko prešanje

Kako je već i navedeno u radu, injekcijsko prešanje je najvažnija tehnologija poslovanja koja donosi najviše prihoda te je najviše zahtjeva upravo za ovim dijelovanjem poduzeća od strane kupaca. Objašnjanje postupka prema [18] kaže da je injekcijsko prešanje najvažniji ciklički postupak preradbe polimera. Injekcijsko prešanje polimera je ciklički postupak praoblikovanja ubrizgavanjem polimerne tvari potrebne smične viskoznosti iz jedinice za pripremu i ubrizgavanje u temperiranu kalupnu šupljinu. Otpresak po završenoj polireakciji i/ili umrežavanju, geliranju i/ili hlađenju postaje podoban za vađenje iz kalupne šupljine. Na ovaj način se mogu zadovoljiti sve potrebne geometrije dijelova koje poduzeće proizvodi za svoje kupce. Pošto se želi proizvoditi najbolje moguće dijelove sa što manjom količinom škarta u tome im pomaže i primjena visokokvalitetnih strojeva poput onog prikazanog na slici 15.



Slika 15. Stroj za injekcijsko prešanje [19]

S obzirom da je dio poslovne tajne i sam pogon postrojenja, ovdje je samo za primjer uzet jedan od strojeva koji je moguće primjenjivati u sklopu procesa proizvodnje. Prema specifikacijama proizvođača te iskustvu rukovoditelja tehničke službe, ovi strojevi su od izuzetno velike pouzdanosti te vrlo niskih troškova održavanja. Također nude čistoću radnog prostora što je od velike važnosti kako bi proizvedeni dijelovi došli u doticaj sa što manje prljavštine prije nastavka obrade.

U nastavku je prikazana FMEA analiza stroja 1 za injekcijsko prešanje u tablici 7.

Tablica 7. FMEA analiza stroja za injekcijsko prešanje

R.Br	Dio	Funkcija dijela	Mogući kvar	Posljedica kvara	Uzrok kvara	PROCJENA RIZIKA				Zahvat	Odgovorna osoba	Period
						Učestalost pojave	Stupanj jakosti	Teškoća otkrivanja	Opći pokazatelj rizika			
1.	Robot	Robot s prihvatnicom vadi proizvod iz kalupne šupljine te ga odlaže na transportnu traku	Oštećenje prihvatnice	Prestanak rada robota, radnik ručno mora nastaviti raditi da ne prestane proizvodnja	Mehanički	2	2	1	4	Zamjena dijela ili popravak	rukovoditelj održavanja	odmah kad je uočeno
2.	Robot	Robot s prihvatnicom vadi proizvod iz kalupne šupljine te ga odlaže na transportnu traku	Oštećenje električnog kabela	Prestanak rada robota, radnik ručno mora nastaviti raditi da ne prestane proizvodnja	Električni	2	2	1	4	Zamjena dijela	rukovoditelj održavanja	odmah kad je uočeno
3.	Alat	Oblikovanje sirovine u gotov proizvod	Lom kinematike (vodilice, izbacivači);	Prestanak rada cijelog stroja	Mehanički; Konstrukcijska greška; Zamor materijala; Nedovoljno podmazivanje	4	10	4	160	Popravak alata; Rijetko nabava	rukovoditelj održavanja	48h
4.	Alat	Oblikovanje sirovine u gotov proizvod	Pregrijavanje grijača	Prestanak rada cijelog stroja	Električni	2	10	2	40	Nabava novog dijela	Rukovoditelj održavanja	48h
5.	Stroj	Brizgalica na kojoj se nalazi alat i robot-injekcijsko prešanje	Hidraulički ventil	Prekid proizvodnje na tom stroju	Hidraulika; Mehanika	2	1	1	2	Popravak dijelova, zamjena ako se radi o nekom ozbiljnijem kvaru	rukovoditelj održavanja	48h

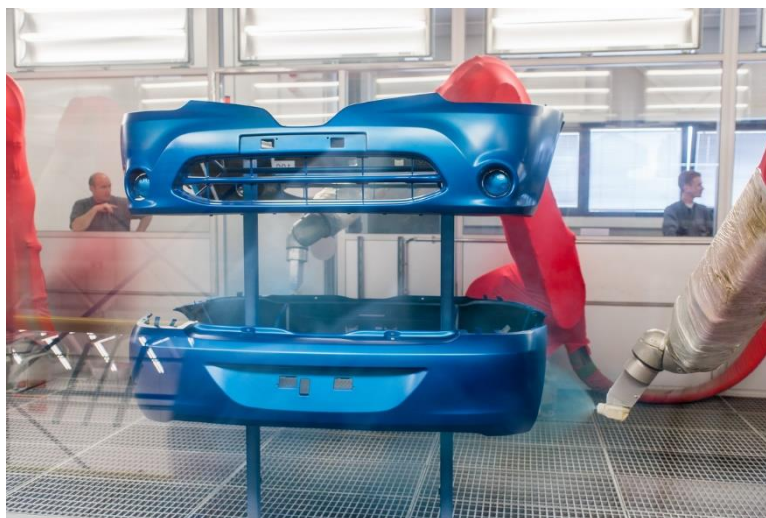
6.	Stroj	Brizgalica na kojoj se nalazi alat i robot-injekcijsko prešanje	Pumpa	Prekid proizvodnje na stroju	Hidraulika	2	1	1	2	Popravak dijelova, zamjena ako se radi o nekom ozbiljnijem kvaru	rukovoditelj održavanja	48h
7.	Naprava	Kompletira ili dorađuje dio	Kvar senzorike	Zastoj rada na napravi	Elektrika	2	1	1	2	Popravak dijela, zamjena nepopravljivih dijelova	rukovoditelj održavanja	odmah kad je uočeno

## 7.5. FMEA analiza linije lakirnice

U nastavku proizvodnog lanca, kada je završena geometrijska obrada, dio ide u lakirnicu na odmašćivanje, flamiranje, nanošenje primera, boje i laka. U lakirnici se nalazi više komora, posebno za svaki postupak koji se provodi od odmašćivanja, flamiranja te tri komore lakiranja i u konačnici sušara. Proces odmašćivanja je važno provesti prije flamiranja i daljnjeg bojanja kako bi dio bio čist od čestica koje mogu uzrokovati nepravilnosti i loše prijanjanje boje. Flamiranje je postupak prelaska plamena preko proizvoda, na 75 stupnjeva da se bolje ulovi primer. Komore u kojima se provodi nanošenje primera te boje i laka su posebne komore gdje se ispod same radne linije nalazi protočni bazen koji ima ulogu sakupljanja i odvođenja svih krutih čestica koje nastaju obradom. Za osiguravanje radne atmosfere koja ima parametre: 21 °C i 65% vlage te eliminaciju ostatka maglice boje iz kabine koristi se poseban sustav ventilacije. Sustav ventilacije je jako bitan jer ako ostaje previše maglice u atmosferi, ne može se postići dobra aplikacija boje na dijelove i visoka kvaliteta. Sustav voda koji je prethodno spomenut također s funkcijom odvajanja krute tvari u poseban bazen, pridonosi čišćenju radne atmosfere. Sustav radi na principu protoka vode uz pomoć pumpe te odvodnje prljave vode do uređaja za odvajanje krute tvari- dekantera. Sam sustav za aplikaciju je više robota koji nanose primer, boju i lak na proizvod su FANUC roboti prikazani na slici 16, a stvarni iz pogona na slici 17.



Slika 16. FANUC roboti za bojanje [20]



**Slika 17. Lakirnica pogona [16]**

Kako je to vrlo osjetljiv postupak robot provodi svakih pola sata postupak čišćenja, a radnici manualno čiste cijeli sustav boja jednom tjedno. Nakon cijelog procesa proizvodi idu u sušaru gdje se gotovi lakirani proizvodi izlažu temperaturi od 85°C.

Cijela lakirnica je zamišljena da u slučaju nekog kvara stane neki dio, ona i dalje može funkcionirati na 50% kapaciteta.

U nastavku je prikazana FMEA analiza u tablici 8.

Tablica 8. FMEA analiza lakirnice

R.Br	Dio	Funkcija dijela	Mogući kvar	Posljedica kvara	Uzrok kvara	PROCJENA RIZIKA				Zahvat	Odgovorna osoba	Period
						Učestalost pojave	Stupanj jakosti	Teškoća otkrivanja	Opći pokazatelj rizika			
8.	Stroj za flamiranje	Temperaturna priprema proizvoda prije nanosa temeljne boje	Kvar robota	Gašenje plamena i zaustavljanje linije / rad s 50% kapaciteta	Električni, mehanički	1	4	1	4	Vlastito održavanje	Rukovoditelj održavanja	Odmah
9.	Stroj za flamiranje	Temperaturna priprema proizvoda prije nanosa temeljne boje	Kvar plamenika	Gašenje linije-rad na 50% kapaciteta	Električni	2	4	1	8	Vlastito održavanje	Rukovoditelj održavanja	Odmah
10.	Roboti za bojanje	Nosi plamenik ili pištolj za bojanje	Oštećenje zupčanika	Zastoj/ rad s 50% kapaciteta	Mehanički ili električni	1	4	1	4	Vlastito održavanje	Rukovoditelj održavanja	Odmah
11.	Roboti za bojanje	Nosi plamenik ili pištolj za bojanje	Kvar servo motora	Zastoj/ rad s 50% kapaciteta	Mehanički ili električni	1	4	1	4			
12.	Sustav za aplikaciju boja	Nanos primera, boje i laka na proizvod	Pucanje crijeva	Curenje boje u alat, momentalan prestak rada	Loše održavanje čistoće, Mehanički, Električni (elektrostatika), Istrošenost pneumatskih dijelova	4	6	4	96	Vlastito održavanje,	Rukovoditelj održavanja	U roku od jedne smjene



13.	Sustav za aplikaciju boja	Nanos primera, boje i laka na proizvod	Dobava boje	Prekid dolaska boje na prskalice, momentalni prekid rada	Loše održavanje čistoće	2	8	4	64	Vlastito održavanje,	Rukovoditelj održavanja	U roku od jedne smjene
14.	Ventilacija	Osiguravanje atmosfere; Eliminacija maglice	Zaštopani izmjenjivači	Slaba ventilacija ili ne radi u potpunosti	Kvar na klima komorama	2	7	1	14	Vlastito održavanje,	Rukovoditelj održavanja	U roku od jedne smjene
15.	Ventilacija	Osiguravanje atmosfere; Eliminacija maglice	Zaštopani filteri	Slaba ventilacija ili ne radi u potpunosti	Zaprljanost filtera	3	7	1	21	Vlastito održavanje,	Rukovoditelj održavanja	U roku od jedne smjene

## 7.6. FMEA analiza energenata

Tri su glavna energenta koja su od ključne važnosti za rad pogona: električna energija, voda i tehnološki plin. Ako jednog nema teško je da pogon uopće može raditi. Tehnološki plin je nužan za zagrijavanje linije bojanja te plin za flamiranje. Struja je nužna kako bi svi strojevi imali dovoljno električne energije za rad. U situaciji da nestane električne energije kompletan pogon bi morao prestati s radom i došlo bi do velikih kašnjenja u isporukama. Tehnološka voda koristi se za: hlađenje strojeva (rashladna voda se ne ispušta u odvodni sustav jer cirkulira u zatvorenom krugu i prema potrebi se nadopunjava), vodenu zavjesu u procesu nanošenja boja i lakova u lakirnici (u zatvorenom recirkulacijskom sustavu i prema potrebi se voda nadopunjava) te ovlaživanje zraka koji se ubacuje u lakirnicu. Voda koja se koristi u promatranom pogonu Zagreb 1 je iz vlastitog zdenca. Zahvaljujući njemu uvijek ima dovoljno vode za hlađenje kalupa u pogonu injekcijskog prešanja. U slučaju da zdenac presuši i da nema vodovodne vode, došlo bi do potpunog gašenja rada. Na ovaj način je pogon osiguran da uvijek ima tehnološke vode. Također zahvaljujući zdencu, koji je počeo s radom 2015. godine, troškovi su se prepolovili bez obzira na povećanje proizvodnje. Na idućoj stranici u tablici 9 prikazana je detaljnija analiza.

Tablica 9. FMEA analiza energenata

R.Br	Dio	Funkcija dijela	Mogući kvar	Posljedica kvara	Uzrok kvara	PROCJENA RIZIKA				Zahvat	Odgovorna osoba	Period
						Učestalost pojave	Stupanj jakosti	Teškoća otkrivanja	Opći pokazatelj rizika			
16.	Voda	Hlađenje kalupa u pogonu injekcijskog prešanja	Kvar rashladne centrale	Previsoka temperatura rashladne vode, zastoj pogona brizganja	Gubitak rashladnog medija (freon)	1	5	1	5	Vanjska usluga	Rukovoditelj održavanja	Odmah
17.	Tehnološki plin	Flamiranje i klimatiziranje linije bojanja (zagrijavnje)	Prekid opskrbe	Nedostatak plina te se zaustavlja linija bojanja	Vanjski, problem opskrbljivača	1	10	1	10	Od strane opskrbljivača zemnog plina	Rukovoditelj održavanja	Odmah
18.	Struja	Opskrba električne energije za sve strojeve	Kvar na trafo stanici	Djelomičan ili potpuni prekid pogona	Problem s distributerom ili kvar na trafostanicama ili glavnim ormarima u pogonu	1	10	1	10	Distributer električne energije, vlastito održavanje	Rukovoditelj održavanja	Odmah

## 7.7. Analiza dobivenih rezultata FMEA analizom

Posljednji korak koji je potrebno izvršiti je analiza dobivenih rezultata kako bi se uočili kritični segmenti sustava poslovanja i primjenile adekvatne metode ublažavanja rizika. Analiza rezultata se bazira na kvantitativnoj usporedbi izračunatih općih pokazatelja rizika.

Kategorizacija koja je prehodno već i navedena u poglavlju 6.4. Koraci FMEA analize kategorizira rizik u tri kategorije prema vrijednostima RPNa (eng. Risk Priority Number)

1.  $RPN > 100$  – Rizik se smatra značajnim
2.  $10 < RPN < 100$  – Rizik se smatra manje značajnim
3.  $RPN < 10$  – Rizik se smatra beznačajnim

U tablici 10 grupirani su i analizirani rizi prema visini općeg pokazatelja rizika.

**Tablica 10. Analiza FMEA rezultata**

R.br	Dio	Vrsta kvara	Procijena rizika			
			Učestalost pojave	Stupanj jakosti	Teškoća otkrivanja	Opći pokazatelj rizika
3.	Alat	Lom kinematike	4	10	4	160
12.	Sustav za aplikaciju boja	Pucanje cijevi	4	6	4	96
13.	Sustav za aplikaciju boja	Dobava boje	2	8	4	64
4.	Alat	Pregrijavanje grijača	2	10	2	40
15.	Ventilacija	Zaštopani filter	3	7	1	21
14.	Ventilacija	Zaštopani izmjenjivači	2	7	1	14
17.	Tehnološki plin	Prekid opskrbe	1	10	1	10
18.	Struja	Kvar na trafostanici	1	10	1	10
9.	Stroj za flamiranje	Kvar plamenika	2	4	1	8
16.	Voda	Kvar rashladne centrale	1	5	1	5

<b>1.</b>	<b>Robot</b>	<b>Oštećenje prihvatnice</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>4</b>
<b>2.</b>	<b>Robot</b>	<b>Oštećenje električnog kabela</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>4</b>
<b>8.</b>	<b>Stroj za flamiranje</b>	<b>Kvar robota</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>4</b>
<b>10.</b>	<b>Roboti za bojanje</b>	<b>Oštećenje zupčanika</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>4</b>
<b>11.</b>	<b>Roboti za bojanje</b>	<b>Kvar servo motora</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>4</b>
<b>5.</b>	<b>Stroj</b>	<b>Hidraulički ventil</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>
<b>6.</b>	<b>Stroj</b>	<b>Pumpa</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>
<b>7.</b>	<b>Naprava</b>	<b>Kvar senzorike</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>

Iz navedene analize jasno je vidljivo da se radi o poduzeću koje poprilično brine o svojem postrojenju i ima izuzetno dobru službu održavanja. Od 11 dijelova koji su analizirani njih šest ima beznačajan rizik s vrijednostima RPN ispod 5. Ti rizici su lako podnošljivi i ako se dogode vrlo brzo ih je moguće ispraviti te sustav niti ne mora osjetiti da su se ikada pojavili. Mjere za njihovo rješavanje nisu niti financijski niti vremenski takve da bi ikako utjecale na poslovanje. Važno je naglasiti da se voda koja se koristi ne smatra većim rizikom iz razloga što pogon ima mogućnost korištenja vode iz vlastitog bunara. Tehnološku vodu u svakodnevnom poslovanju poduzeće i koristi iz bunara kako bi smanjili troškove koji bi bili 100 puta veći da se koriste vodovodnom vodom u proizvodnji. Vodovodna voda se zato primjenjuje u slučaju da u bunaru ili nema vode ili sustav za crpljenje vode iz bunara zakaže.

Druga skupina analiziranih rizika bi se mogla podijeliti na dvije podskupine. Prva skupina bi bili rizici struje, tehnološkog plina (RPN= 10), ventilacije (RPN= 14 i RPN=21) i najviši u toj skupini pregrijavanje grijača alata RPN=40. Kod struje i tehnološkog plina najveći utjecaj ima stupanj jakosti s 10 kao i kod ventilacije i alata di je čak stupanj jakosti ocijenjen s 10. Druga podskupina bi bio sustav za aplikaciju boja s RPN=64 i RPN=96 što je već poprilično visok broj, ali i dalje spada u skupinu manje značajnih rizika. Kada sustav za aplikaciju boja zakaže, za razliku od ostalih dijelova lakirnice, staje cijela faza bojanja te se mora popraviti greška koja je nastala.

Treća skupina se sastoji od loma kinematike kao kvara alata i to s vrlo visokim općim pokazateljem od čak 160. Problem s otkazivanjem alata je što kompletna proizvodnja staje. Jako je skupo nabaviti novi alat i po par milijuna kuna. Ne postoje rezervni alati, te u slučaju otkaza alata potrebno je čekati li njegov kompletan popravak ili nabavu novog što može potrajati i do nekoliko dana, pa čak i tjedana.

## **7.8. Prijedlozi za odjel održavanja i tehničku službu**

Iz ove sažete analize vidno je da odjel održavanja jako dobro radi svoj posao u poduzeću. Većina rizika je zanemariva ili male važnosti, što je u poslovanju jako bitno. Na visoki rizik koji se javlja kod uporabe alata moguće je jedino pokušati preventivnim metodama održavanja utjecati na to da alat ne dođe u opasnu situaciju da se ne bi dogodio zastoj proizvodnje.

Također kod ugradnje novih strojeva, primjene novih tehnologija i alata potrebno je bolje se upoznati s karakteristikama. Od strane rukovoditelja dobivene su informacije da se dogodilo nekoliko situacija koje su dovele do zastoja jer inženjeri održavanja, ali i tehnolozi nisu bili u potpunosti upoznati s strojem, te je iz tog razloga jako bitno sve proučiti da se to ne bi ponovilo u budućnosti. Dobro je pri nabavi novih strojeva od proizvođača dobiti što više informacija i podataka o rukovanju strojem.

Također ugradnje nekih dodatnih senzora na mjesta gdje je bitno održavanje određenih uvjeta atmosfere bi pozitivno utjecalo na prevenciju zastoja postrojenja. To je izuzetno važno kod komora u samoj lakirnici, gdje svaka komora određene tehnologije ima svoje radne uvjete.

Što se tiče same potrošnje energenata, moglo bi se pri porastu potreba za većim količinama razmisliti o alternativnim izvorima poput bio plina ili ugradnje solarnih panela. Iz primjera s izgradnjom zdenca vidi se da je moguće s dobro provedenim istraživanjem i planskim razvojem postići uštede, ali i poboljšanja i sigurnosti u poslovanju.

Za detaljnu analizu i stvarnu situaciju trebalo bi uzeti sve faktore dijelove koji utječu. Kako je u ovoj analizi obuhvaćen samo jedan stroj, osnovni energenti i jedna lakirnica, potrebno bi bilo sve odjele obuhvatiti. Da bi bilo vidnih rezultata i pomaka predloženo je da oni sami primjene FMEA analizu kako bi mogli pouspiješiti vlastito poslovanje.

Također potrebno je uzeti u obzir da je FMEA subjektivna metoda, jer ocijene daje osoba koja ju provodi i ne postoji točna vrijednost svakog pojedinog rizika da se sa sigurnošću može utvrditi da bi više stručnjaka dalo istu ocijenu za taj rizik.

## 8. EKOLOŠKA OSVIJEŠTENOST PODUZEĆA

AD Plastik Grupa ima trajnu odgovornost i razvijenu svijest o utjecaju svojih aktivnosti na okoliš i zdravlje ljudi. Tijekom godina nastavljene su implementacije najboljih praksi te razvoj u područjima održivog gospodarenja energijom, zaštite zdravlja i sigurnosti. U skladu s pozitivnim zakonskim propisima, stručne službe koje vode poslove zaštite okoliša, zaštite na radu i zaštite od požara redovito nadziru i poboljšavaju stanje zaštite. Ekološka orijentiranost i razvijena svijest kompanije o utjecaju na okoliš vidljiva je iz same poslovne strategije ADP Grupe, a u izvještajnom razdoblju ažurirane su i usvojene Politika zaštite okoliša, Politika zaštite zdravlja i sigurnosti na radu, Politika upravljanja energijom i Politika kvalitete kojima je sastavni dio zaštita okoliša. Navedene politike objavljene su na internetskim stranicama kompanije u obliku izvještaja[21] koji je i iskorišten za ovu analizu. U AD Plastik Grupi redovito se provode praćenja i analize kako bi se utvrdilo ostvarenje zadanih strateških ciljeva, a u slučaju njihovog neostvarenja provode se dodatne mjere i aktivnosti. Krajem svake godine definira se godišnji plan aktivnosti koji potvrđuje i usvaja Uprava. Uvođenjem sustava gospodarenja energijom u 2016. godini, efikasnost korištenja energije u kompaniji prati se preko pokazatelja potrošnje energije po kilogramu utrošenog materijala.

### 8.1. Materijali

Osnovne sirovine korištene u tehnološkim procesima su polipropilen i polietilen za postupke injekcijskog prešanja i ekstruzije. Ostale sirovine korištene u tehnološkim procesima su boje, lakovi, otapala i tekstil. Potrošnja sirovine u 2017. godini je porasla zbog povećanja potražnje i proširenja pogona.

**Tablica 11. Procjena rizika korištenih materijala**

Zadaci	Opasnost	Vjerojatnost	Posljedica	Ocjena rizika	Mjere ublažavanja	Preostala vjerojatnost	Preostala posljedica	Ocjena ostatka rizika
Obrada PP/PE/PES	Isparavanje zagrijavanjem materijala pri obradi	4	3	12	Korištenje zaštitnih maski za lice kod radnika koji su zaposleni u odjelu obrade, posebni filteri na ventilaciji da zaustave daljnje isparavanje u okoliš i druge prostore pogona	2	2	4
Boje, lakovi, otapala	Istjecanje tekućina u okoliš	3	5	15	Oprezno rukovanje, paziti da ne istječe i kontaminira vodu i okoliš, primjena posebnih taložnica i sabirnica	2	2	4



## 8.2. Energija

Potrošnja energije unutar organizacije odnosi se na potrošnju iz neobnovljivih izvora energije i uključuje potrošnju električne energije, prirodnog plina, loživog ulja i ukapljenog naftnog plina. Električna energija glavni je energent kompanije i njen udio u ukupnoj potrošnji iznosi 86% te je porasla potrošnja u 2017. godini.

**Tablica 12. Procijena ekoloških rizika potrošnje energije**

Zadaci	Opasnost	Vjerojatnost	Posljedica	Ocjena rizika	Mjere ublažavanja	Preostala vjerojatnost	Preostala posljedica	Ocjena ostatka rizika
Potrošnja električne energije	Oštećenje dalekovoda, povećano zračenje za okolinu	2	2	4	Redovita provjera sustava, provjera u slučaju zastoja koji je točan uzrok	1	1	1
Potrošnja prirodnog plina	Puknuće plinovoda, onečišćenje plinom	2	4	8	Provjera sustava, brza reakcija u slučaju curenja, zaštita područja i izolacija prostora da ne bi došlo do neželjenih daljnjih događaja	1	2	2
Ukapljeni naftni plin	Izlijevanje iz cisterne, puknuće spremnika	2	3	6	Redoviti pregledi spremnika i dostavnih cijevi i cisterni koji se nalaze u pogonu	2	1	2
Loživo ulje	Izlijevanje iz cisterne, puknuće spremnika	2	3	6	Redoviti pregledi spremnika i dostavnih cijevi i cisterni koji se nalaze u pogonu, paziti na sitne pukotine koje se mogu pojaviti	2	1	2

## 8.3. Voda

Opskrba vodom osigurana je iz zdenca, ali i sustava lokalnog vodovoda. U postrojenjima nema primjera recikliranja otpadne vode. S druge pak strane, potrošnja vode umanjena je za 25% zbog zatvaranja stare lakirnice. Postrojenje nema negativnih utjecaja na vodu i vodni ekosustav, a opskrba vodom osigurana je internim sustavima vodoopskrbe.

Tablica 13. Rizik potrošnje vode

Zadaci	Opasnost	Vjerojatnost	Posljedica	Ocjena rizika	Mjere ublažavanja	Preostala vjerojatnost	Preostala posljedica	Ocjena ostatka rizika
Potrošnja vode iz javnog vodovoda	//	1	1	1	Mjerenje i smanjenje potrošnje vode u proizvodnim procesima	1	1	1
Potrošnja vode iz vlastitog zdenca	//	1	1	1	Paziti na potrošnju iz vlastitog zdenca jer je to dobar način smanjena troškova potrošnje vode, te provjeravati da nije prezagađena voda	1	1	1

Sanitarne, tehnološke i atmosferske otpadne vode ispuštaju se u sustav javne odvodnje. Tehnološke otpadne vode prethodno se pročišćavaju preko taložnica i separatora masti i ulja. Sakupljeni talog redovito se uklanja, a otpadne vode kontroliraju se redovito. Sve otpadne vode zadovoljavaju maksimalno dopuštenu koncentraciju (MDK) za ispuštanje u sustave javne odvodnje.

## 8.4. Emisije

Izravne emisije stakleničkih plinova posljedica su izgaranja energenata koji se koriste za potrebe rada kotlovnica i uključuju izgaranje loživog ulja i prirodnog plina. Neizravne emisije odnose se na potrošnju električne energije korištene za rad strojeva i uređaja u proizvodnim pogonima te za rad opreme za grijanje i hlađenje radnih prostora. Poduzeće iz svojih proizvodnih procesa nije emitiralo tvari koje uništavaju ozonski sloj.

Potrošnja je izravne i neizravne energije promjenjiva, jer je direktno povezana s obujmom proizvodnje. Redovito se poduzimaju aktivnosti i inicijative u cilju učinkovitije i racionalnije potrošnje energije a sve u svrhu njenog smanjenja. Poduzete su sljedeće inicijative za smanjenje potrošnje energije, odnosno smanjenje emisija stakleničkih plinova:

- zamjena starih PCB baterija i ugradnja novog sustava kompenzacije jalove energije
- instalacija sustava za nadzor potrošnje električne energije u cilju smanjenja vršne snage
- rekonstrukcija toplinskih podstanica za grijanje
- ugradnja sustava za automatsko upravljanje temperaturom prostora
- nabava novih energetski učinkovitijih mlinova s drobilicama
- nabava termovizijske kamere

- ugradnja brzih vrata sa sustavom automatskog otvaranja/zatvaranja
- modifikacija rashladne centrale
- zamjena starih rasvjetnih tijela novom LED rasvjetom

Za održavanje potrebnih klimatskih uvjeta u tehnološkim i ostalim radnim prostorijama koriste se rashladni i klimatizacijski uređaji koji za svoj rad koriste tvari koje utječu na ozonski sloj. Održavanje ovih uređaja i sustava u radu povjereno je ovlaštenim ugovornim partnerima čija dužnost je, između ostalog, ekološki zbrinuti zamijenjene radne tvari.

**Tablica 14. Ocijena emisija stakleničkih plinova**

Zadaci	Opasnost	Vjerojatnost	Posljedica	Ocjena rizika	Mjere ublažavanja	Preostala vjerojatnost	Preostala posljedica	Ocjena ostatka rizika
Izravne emisije stakleničkih plinova	Neadekvatni filteri i dimnjaci propuštaju previše štetnih plinova	2	3	6	Redovito održavati i pratiti stanje filtera i dimnjaka, paziti na izloženost samih radnika emisijama koje svakodnevno udišu, koji su najizloženiji dati im dodatne maske za zaštitu	1	2	1
Neizravne emisije stakleničkih plinova	Prekomjerno iskorištavanje el. energije za grijanje sustava	2	2	4	Zbog loše izolacije koristi se previše električne energije za grijanje i hlađenje, postaviti bolju izolaciju, pratiti potrošnju	1	2	2

## 8.5. Otpad

Otpad se odvojeno prikuplja i propisano zbrinjava te se predaje na daljnje zbrinjavanje ovlaštenim sakupljačima otpada. Zapisi o proizvedenom otpadu predanom na zbrinjavanje vode se prema zakonom propisanoj dokumentaciji, a podaci o težini otpada predanog na zbrinjavanje dobiveni su vaganjem prilikom predaje ovlaštenim sakupljačima i služe za izvještavanje prema nadležnim državnim organima. Smanjenje količine otpada posljedica je njegova pravilnijeg označavanja i pravovremenog zbrinjavanja. U neopasni otpad zbrinut je ambalažni otpad (karton, plastična folija), ambalaža od drveta, otpadna plastika, otpadni metal i otpad od prerađenih tekstilnih vlakana, a u opasni otpad zbrinute su otpadne boje i lakovi, mulj od boja i lakova, otpadna otapala, otpadno hidrauličko ulje, zauljena voda, otpadna električna i elektronička oprema, otpadna ambalaža onečišćena opasnim tvarima, filteri, masne krpe i apsorbenzi.

**Tablica 15. Ocjena opasnosti ukupnog otpada**

Zadaci	Opasnost	Vjerojatnost	Posljedica	Ocjena rizika	Mjere ublažavanja	Preostala vjerojatnost	Preostala posljedica	Ocjena ostatka rizika
Neopasni otpad	Nema izravne opasnosti za okoliš	1	1	1	Još detaljnije razvrstavati otpad za daljnje recikliranje.	1	1	1
Opasni otpad	Toksičnost raznih kemikalija, otpada je bitno zbrinjavati pravilno zbog ozbiljnog utjecaja na okoliš	3	5	15	Pažljivo zbrinjavanje, razvrstavanje i čišćenje od mulja i ostataka je ključ dobrog zbrinjavanja ovakve vrste otpada.	2	2	4

Nije bilo značajnih izlivanja opasnih tvari koje mogu imati znatne negativne utjecaje na okoliš s mogućim štetnim posljedicama po tlo, vodu, zrak, biološku raznolikost i ljudsko zdravlje. Sustavno nastojanje da se izbjegnu značajna izlivanja opasnih tvari izravno je povezano s internim pravilnicima i uputama za rad, a nadzor nad njihovim provođenjem redovito se prati. Otpadne vode koje se ispuštaju iz postrojenja nemaju negativan utjecaj na biološku raznolikost i povezana staništa i ne ispuštaju se u zaštićena područja. Metode zbrinjavanja otpada su izuzetno bitne u brizi o okolišu. Uvijek je dobro što je više moguće reciklirati i adekvatno zbrinuti otpad.

**Tablica 16. Ocijena metode zbrinjavanja otpada**

Zadaci	Opasnost	Vjerojatnost	Posljedica	Ocjena rizika	Mjere ublažavanja	Preostala vjerojatnost	Preostala posljedica	Ocjena ostatka rizika
Recikliranje	Loša separacija otpada, recikliranje otpada koji nije predviđen	2	3	6	Bitno je pažljivo razvrstavanje prije reciklaže, odabir pravih postupaka reciklaže.	2	1	2
Skladištenje otpada prije primjene postupaka zbrinjavanja	Predugo skladištenje otpada	3	3	9	Redovna kontrola skladištenog otpada, pregled otpada predanog na skladištenje	2	2	4
Korištenje otpada kao gorivo ili drugi oblik energije	Otpad koji nije primjeren za korištenje kao gorivo	3	2	6	Pažljivo biranje otpada, pregled otpada prije uporabe	1	2	4

Kemijska obrada otpada	Dospijeće otpada koji se ne može kemijski obraditi	2	3	6	Otpad razvrstati prije kemijske obrade, nakon kemijske obrade zbrinuti ostatke i paziti da ne dođe do kontaminacije okoline	2	2	4
Spaljivanje otpada na kopnu	Nekontrolirano spaljivanje i loši produkti izgaranja	3	4	12	Paziti pri spaljivanju da se izolira područje, oprezno rukovati s ostacima spaljivanja	2	3	6
Odlaganje otpada na posebnom odlagalištu	Loše razvrstavanje otpada	2	3	6	Provjeriti odlagalište s vremna na vrijeme da nije nešto štetno odloženo	2	2	4

## 8.6. Zaključak o ocjeni rizika

Izdaci u zaštitu okoliša obuhvaćaju troškove zbrinjavanja opasnog i neopasnog otpada, troškove usluga ispitivanja emisija u okoliš te troškove pražnjenja i čišćenja. Sama ulaganja koja su poduzeta od strane poduzeća obuhvaćaju kupovinu energetski učinkovitije opreme, filtera za pročišćavanje tehnološke vode, adaptaciju krovne konstrukcije građevine u dijelu protupožarnih klapni i svjetlarnika, uređenje prostora proizvodnje radi rekonstrukcije stare linije bojenja i proširenje centralne dobave materijala. Kako su vrijednosti uzete u obzir pri ocjeni okolišnih rizika dane za podatke preuzete iz dostupnog izvora [21] s interneta, za prave rezultate i ocjene potrebna su mjerenja i pregled svih pojedinih dijelova. Ovo je subjektivna metoda te kao takva moguće je da različiti inženjeri daju druge ocjene, no u stvarnosti se ne bi trebale previše razlikovati pogotovo ako su svima dani isti podaci.

Vidljivo je da poduzeće pridaje veliku važnost očuvanju okoliša te se trudi reciklirati i koristiti tehnologiju dostupnu za zaštitu okoliša. Svakako postoji mjesta za napredak te je ključno uzeti dodatne stručnjake koji bi se time bavili te učinili poduzeće još osvještenijim te na taj način i uspješnijim.

## 9. ZAKLJUČAK

Samim procesom procjene i upravljanja rizicima teži se smanjenju negativnog utjecaja i posljedica koje sam rizik ostavlja na poslovni sustav. Analize i metode procijene rizika pomažu u svakodnevnom suočavanju s problemima koje rizici stvaraju te omogućuju njihovu jednostavniju interpretaciju. Primjenom FMEA analize kao metode koja je adekvatna za analizu, procijenu i upravljanje rizikom moguće je brzo, na jednostavn način dobiti uvid koji su dijelovi proizvodnog procesa kritični i na temelju toga odrediti održavanje i sanaciju takvih segmenata. Cilj provođenja FMEA analize i samog upravljanja rizicima je otkrivanje nedostataka te prijedlog poboljšanja rada odjela održavanja kako bi se povećala pouzdanost sustava i umanjili rizici. U poduzeću AD Plastik je provedena FMEA analiza s ciljem da se poveća pouzdanost proizvodnje, ali i uoče koji su to još nevidljivi rizici koji postoje u samom poduzeću. Analizom rizika u poduzeću dobiveni su pozitivni rezultati, što nije začuđujuće s obzirom da poduzeće izuzetno dobro posluje. Kako se radi o poduzeću sa stalnim kupcima koji su potpisali dugogodišnje ugovore, dobro je biti spreman na rizike od odbijanja pošiljke i probijanja samih rokova kako se takvi kupci ne bi izgubili. Samom FMEA analizom se dobilo da je najznačajniji rizik iz analiziranog segmenta poslovanja dio alata s RPN=160. Na smanjenje ovog rizika može se utjecati redovitim pregledom alata, redovitim održavanjem i pravovremenom zamjenom pojedinih dijelova kako se ne bi dolazilo do prevelikih troškova koje stvara ovakav kvar. Za pravi uvid u poslovanje trebalo bi analizirati dio po dio poslovanja izuzetno detaljno kako se ne bi zapostavio neki segment ili ga uklopilo unutar nekog većeg sustava i na taj način zanemarilo njegov utjecaj na stvaranje rizika. Što je detaljnija analiza provedena veća je vjerojatnost dobre procijene.

Sama subjektivnost ocjenjivanja od strane inženjera te širok raspon kategorija rizika daje djelomičnu nepreciznost same procjene rizika koji stvara. U ovom slučaju to ne predstavlja toliku prepreku iz razloga što poduzeće izuzetno dobro posluje, ali kada bi se javili drugačiji problemi bilo bi dobro provesti još neku drugu metodu te usporediti rezultate i na temelju te dvije analize odrediti koji su najznačajniji rizici s kojima se treba suočiti. Pravovremeno prepoznavanje rizika i njihovih posljedica trebalo bi provoditi od samog početka razvoja poslovnog ili proizvodnog procesa.

---

**LITERATURA**

- [1] <https://www.theirm.org/the-risk-profession/risk-management.aspx> 5.10.2018.
- [2] <https://statswiki.unece.org/display/GORM/1.1+Definition+of+risk+and+risk+managem+ent> 18.10.2018.
- [3] International standard ISO 31000: Risk management- Principles and guidelines, 26.10.2018.
- [4] <http://asq.org/audit/2015/01/a-risk-based-thinking-model-for-iso-9001-2015.pdf> 2.11.2018.
- [5] <https://quality-one.com/fmea/> 2.11.2018.
- [6] <https://www.dataalyzer.com/knowledge/fmea/> 2.11.2018.
- [7] <https://www.bib.irb.hr/695013>: Buntak, Droždek, Koščak: Metodologija implementacije upravljanja rizicima FMEA metodom, 13.11.2018.
- [8] <http://asq.org/learn-about-quality/process-analysis-tools/overview/fmea.html> 17.11.2018.
- [9] <http://www.npd-solutions.com/fmea.html> 17.11.2018.
- [10] <http://www.svijet-kvalitete.com/index.php/upravljanje-kvalitetom/948-pdca-krug> 17.11.2018.
- [11] [https://www.ccohs.ca/oshanswers/hsprograms/risk\\_assessment.html](https://www.ccohs.ca/oshanswers/hsprograms/risk_assessment.html) 17.11.2018.
- [12] <https://quality-one.com/fmea/> 19.11.2018.
- [13] [https://www.brighthubpm.com/risk-management/72064-weaknesses-of-fmea/#imgn\\_0](https://www.brighthubpm.com/risk-management/72064-weaknesses-of-fmea/#imgn_0) 19.11.2018.
- [14] <https://fmea-training.com/10-steps-process-failure-mode-and-effects-analysis/> 19.11.2018.
- [15] [https://www.fsb.unizg.hr/atlas/upload/newsboard/01\\_09\\_2008\\_8901\\_PREDAVANJA\\_OOK.pdf](https://www.fsb.unizg.hr/atlas/upload/newsboard/01_09_2008_8901_PREDAVANJA_OOK.pdf): Runje, B.: *Osnove osiguranja kvalitete*, predavanja, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje, 2017.
- [16] <http://www.adplastik.hr/hr/> 20.11.2018.
- [17] International Standard ISO 31010: Risk management — Risk assessment techniques
- [18] [http://repozitorij.fsb.hr/1128/1/19\\_11\\_2010\\_Diplomski\\_rad.pdf](http://repozitorij.fsb.hr/1128/1/19_11_2010_Diplomski_rad.pdf) 20.11.2018.
- [19] <https://www.engelglobal.com/de/at/loesungen/spritzgiessmaschinen/e-motion.html> 20.11.2018.
- [20] <https://www.fanuc.eu/bg/en/robots/robot-filter-page/paint-series> 20.11.2018.
- [21] [http://www.adplastik.hr/media/uploads/docs/ADP\\_GI2017\\_HR\\_1.pdf](http://www.adplastik.hr/media/uploads/docs/ADP_GI2017_HR_1.pdf) 20.11.2018.

---

## **PRILOZI**

I. CD-R disc